

Stresstest städtischer Infrastrukturen – ein Experiment zur Wahrnehmung des Alters im öffentlichen Raum

Sven Beyel, Johann Wilhelm, Christian Mueller, Peter Zeile, Ulrike Klein

(Sven Beyel, Hochschule Bochum, Fachbereich Geodäsie, Lennerhofstr. 140, 44801 Bochum, sven.beyel@hs-bochum.de)
(B.Sc. Johann Wilhelm, TU Kaiserslautern, Fachgebiet CPE, Pfaffenbergstr. 95, 67663 Kaiserslautern, wilhelmj@rhrk.uni-kl.de)
(M.Sc. Christian Mueller, Hochschule Bochum, Fachbereich Geodäsie, Lennerhofstr. 140, 44801 Bochum, christian1.mueller@hs-bochum.de)
(Dr.-Ing. Peter Zeile, TU Kaiserslautern, Fachgebiet CPE, Pfaffenbergstr. 95, 67663 Kaiserslautern, zeile@rhrk.uni-kl.de)
(Prof. Dr. Ulrike Klein, Hochschule Bochum, Fachbereich Geodäsie, Lennerhofstr. 140, 44801 Bochum, ulrike.klein@hs-bochum.de)

1 ABSTRACT

Im Zuge des demographischen Wandels ist ein deutlicher Anstieg des Bevölkerungsanteils an Seniorinnen und Senioren (Personen ab 65 Jahren) in Deutschland abzusehen. Dadurch wächst auch die Anzahl der mobilitätseingeschränkten und behinderten Menschen. Insbesondere für die Gruppe der über 80-Jährigen spielen barrierearme Wege eine große Rolle, sie stellen dementsprechend eine zunehmend wichtiger werdende Herausforderung für die räumliche Planung dar.

In einer Pilotstudie wurde hierfür im Bochumer Stadtteil Querenburg versucht, Barrieren (nach DIN 18040-3 etc.) in einem „barrierefreien Stadtplan“ zu erfassen. Es stellt sich jedoch die Frage, ob es tatsächlich diese Barrieren sind, die den mobilitätseingeschränkten Verkehrsteilnehmerinnen und -teilnehmern Stress verursachen. Um diese Problematik zu klären, wurde die Technik des „EmoMapping“ (dt. Emotionskartierung) verwendet. Dieses Verfahren dient dazu, Emotionen von einzelnen Personen mit einer Georeferenz zu erfassen. Zu diesem Zweck wurden Testpersonen mit einem Alterssimulationsanzug, einem GPS-Logger zur Erfassung der geographischen Position sowie einem Sensorband, welches die Hautleitfähigkeit und die Hauttemperatur misst, ausgestattet. In Testläufen wurden durch Erkennung von Mustern besondere Situationen, in denen die Probanden Stress verspürten, positionsgenau erfasst.

Anschließend wurden die Messdaten des GPS-Loggers und des Sensorbands ausgewertet und kombiniert. Die daraus resultierenden Ergebnisse wurden als Dichtekarten (Heatmaps) in einem Geoinformationssystem dargestellt. Aus diesen wurde ersichtlich, an welchen Stellen im Straßennetz die Probanden Stress empfunden haben. Im Anschluss daran wurden die Daten des barrierefreien Stadtplans mit den Ergebnissen des EmoMappings validiert und die einzelnen Barrierearten hinsichtlich ihrer Relevanz für eine barriere- und stressfreie Navigation eingeschätzt.

Da die Auswertung der Daten aus dem EmoMapping bislang nicht automatisiert und über verschiedene Software durchgeführt wurde, konnten die Daten nicht sehr zeitnah ausgewertet werden. Auch der Arbeitsaufwand war als relativ hoch einzustufen. Deshalb wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit ein Werkzeug entwickelt, mit welchem sich die einzelnen Arbeitsschritte der Auswertung automatisiert durchführen lassen. Das Tool wurde in der frei verfügbaren Programmiersprache „R“ entwickelt und erleichtert den bisherigen Arbeitsablauf der Auswertung deutlich. Das lässt in Zukunft eine erhöhte Nutzung der EmoMapping-Methode zu.

2 DEMOGRAPHISCHER WANDEL

Der demographische Wandel beschreibt die Veränderung der Zusammensetzung der Bevölkerungsstruktur und wird im Wesentlichen durch die Summe der drei folgenden Faktoren beeinflusst (vgl. Hoßmann & Münz 2009):

- Geburtenrate
- Lebenserwartung
- Wanderungssaldo

In Deutschland liegt die Geburtenrate mit derzeit 1,4 Kindern je Frau auf einem niedrigen Niveau und wird laut Prognosen in den nächsten Jahren auf maximal 1,6 Kindern je Frau ansteigen. Dies wäre allerdings immer noch weit unter dem Bestandhaltungsniveau von 2,1 Kindern je Frau. Im Gegensatz dazu soll die durchschnittliche Lebenserwartung um 6 bis 9 Jahre ansteigen, sodass Männer im Durchschnitt 84,8 bis 86,7 Jahre und Frauen 88,8 bis 90,4 Jahre zu leben haben. Das Wanderungssaldo beschreibt die Differenz

zwischen Zu- und Fortzügen. Eine Vorhersage hierfür beschreibt ein Absinken von derzeit ca. 500.000 Personen in den nächsten Jahren bis 2021 auf zwischen 100.000 und 200.000 Personen (vgl. Statistisches Bundesamt 2015).

Dies bedeutet, dass zukünftig der Anteil an Seniorinnen und Senioren in Deutschland steigt und der Anteil der unter 20-Jährigen sinkt. Daraus folgt ein Anstieg der Anzahl altersbedingter Krankheiten und damit auch das Risiko für gesundheitsbedingte Beeinträchtigungen, wie Mobilitätseinschränkungen oder Behinderungen (vgl. Grünheid & Fielder 2013). Trotz der aktuell hohen Zuwanderungen kann der Alterungsprozess in Deutschland nicht umgekehrt werden. Es wird lediglich ein kurzfristiger Anstieg der Bevölkerung verzeichnet (Statistisches Bundesamt 2016).

3 BARRIEREFREIER STADTPLAN

Unter den Gesichtspunkten des demographischen Wandels und der damit einhergehenden Alterung der Bevölkerung in Deutschland, wird derzeit in einem Pilotprojekt ein barrierefreier Stadtplan für die Stadt Bochum erstellt. Zu diesem Zweck sind Barrieren, in Anlehnung an die DIN 18040-3, in einem Testgebiet (im Stadtteil Querenburg) erfasst worden.

Durch die Entwicklung eines Datenmodells wurden die aufzunehmenden Barrieren festgelegt. Wie in Tabelle 1 zu sehen, beinhaltet das entstandene Modell acht Kategorien, die in ihren Attributen weiter spezifiziert und mit verschiedenen Geometrien dargestellt werden.

Objektart	Geometrie
Hindernisse (Schlagloch, Laterne, Baum u.a.)	Punkt
ÖPNV-Haltestellen	Punkt
Treppen und Rampen	Punkt
Übergänge (Zebrastreifen, Ampeln)	Punkt
Öffentliche WC-Anlagen	Punkt
Straßen und Wege	Linie
Steigungen	Linie
Parkplätze	Fläche

Tabelle 1: Arten der erfassten Barrieren mit Geometrie

Nachdem das Datenmodell festgelegt war, sind die Barrieren des Testgebietes erfasst worden. Diese wurden mittels der Smartphone App „Collector for ArcGIS“ (der Firma ESRI) während einer Ortsbegehung erfasst. Es wurden die Positionen einzelner Barrieren über GPS bestimmt und beschreibende Informationen (Sachdaten) eingefügt. Die Genauigkeit der Datenaufnahme beläuft sich auf weniger als zehn Meter, dies entspricht der üblichen GPS-Genauigkeit (Witte & Sparla 2015). Zusätzlich konnte mit Hilfe von Hintergrundkarten von OpenStreetMap und hochauflösenden Orthophotos der Stadt Bochum die Position manuell angepasst und verbessert werden. Die aufgenommenen Objekte sind anschließend in ein Geoinformationssystem übertragen und auf deren Grundlage ein „Barrierefreie Stadtplan“ des Aufnahmegebietes erstellt worden. Dieser steht als Grundlage für weitere Projekte zur Verfügung. (siehe Abbildung 1).

4 EMOMAPPING

Unser Alltag wird durch Emotionen erheblich beeinflusst. Deshalb nehmen sie bei Planungsprozessen einen zunehmenden Platz ein. Die EmoMapping-Methode ist ein Forschungsfeld aus dem Bereich der Humansensorik, die den Menschen als Sensor nutzt und Vitaldaten über ihn liefert siehe dazu Wilhelm et al. (2015). Pionier dieser Messmethodik ist Christian Nold, der mit seinen Experimenten zum Thema „Biomapping“ und „Emotional Cartography“ den Grundstein für die Verortung von humansensorischen Messungen gelegt hat (Nold 2009). In der räumlichen Planung wurden diese Verfahren experimentell erstmals von Höffken et al. (2008) und Zeile et al. (2009) in Mannheim angewendet. Bei dieser Methodik werden biostatistische Signale gemessen und als Emotionen interpretiert. Eindeutig messbar sind dabei negative Erregungen, die als „Stress“ interpretierbar sind (vgl. Kreibitz 2010, Exner et al 2012). Durch die relativ einfache Identifikation von „Stresspunkten“ wurde die Methode des psychophysiologischen Mappings (Monitoring) für das Projekt in Bochum gewählt, die im Folgenden erläutert ist.

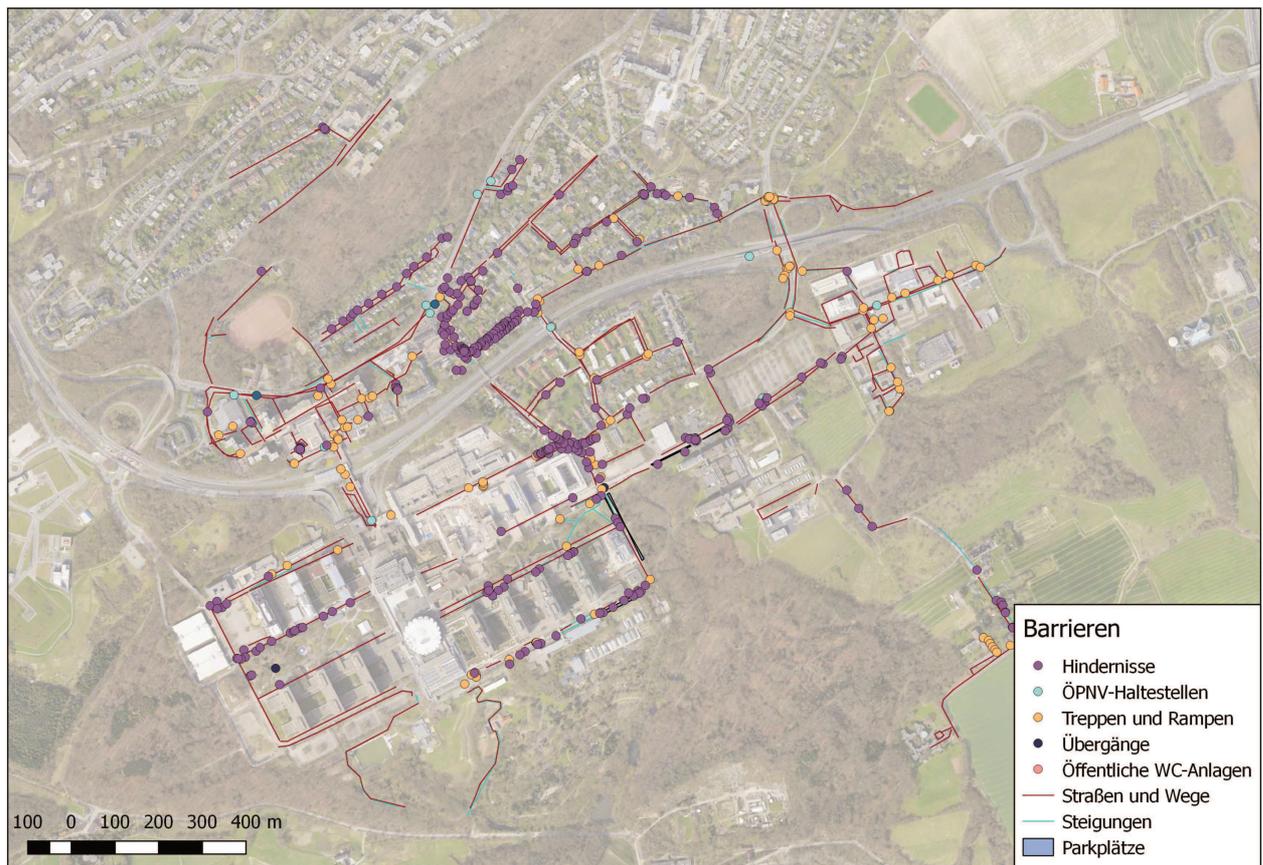


Abbildung 1: Barrierefreier Stadtplan im Testgebiet "Stadtteil Querenburg" (Hintergrundkarte: WMS Luftbild Bochum 2015)

4.1 Psychophysiologisches Monitoring

“Innerhalb der Emotionsforschung bietet das psychophysiologische Monitoring die optimale Methode zur Messung stadträumlicher Barrieren durch Feststellen von georeferenzierten Stressreaktionen” (Bergner et al. 2011: 43). Bei diesem Verfahren werden die Leitfähigkeit und Temperatur der Haut (Vitaldaten) einer Person, unter Berücksichtigung von Ort und Zeit, aufgenommen. Probanden werden dazu mit einem Sensorarmband (BMS Smartband von bodymonitor.de) einem GPS-Logger (alternativ mit einem GPS-fähigen Smartphone) ausgestattet. Durch die zeitlich synchrone GPS-Messung sind diese physiologischen Daten lokalisierbar (vgl. Zeile et al. 2013).

Das Ziel ist es, mit diesen Daten Stressmomente zu identifizieren. Dies geschieht durch Erkennung von Mustern, die sich an den Stellen herausbilden, bei denen Probanden negative Emotionen (z. B. Angst oder Ärger) verspüren. Es entsteht der sogenannte „kalte Angstschweiß“, durch den die Hautleitfähigkeit ansteigt und kurz darauf die Hauttemperatur abfällt. Bei diesem auftretenden Phänomen ist von sog. „Stressmomenten“ die Rede (vgl. Groß et al. 2015).

4.2 Durchführung des EmoMappings im Testgebiet Querenburg

Zur Einschätzung der Vollständigkeit des barrierefreien Stadtplans wurde im Testgebiet Querenburg ein psychophysiologisches Mapping mit 13 Probanden durchgeführt. Diese waren mit der Standardausrüstung (Sensorarmband und GPS-Logger), die um einen Alterssimulationsanzug erweitert wurde, ausgestattet.

Der Alterssimulationsanzug GERT (Gerontologischer Anzug) der Firma „Produkt + Projekt“ lässt seinen Träger einige körperliche Probleme des hohen Alters nachempfinden. So werden vor allem für jüngere Personen die Schwierigkeiten des Alters nachvollziehbarer. Der Anzug besteht aus einzelnen Komponenten (siehe Abbildung 2), die verschiedene altersbedingte Einschränkungen (z. B. Eintrübung der Augenlinse oder Kraftverlust) simulieren (vgl. Website Produktundprojekt).



Abbildung 2: Alterssimulationsanzug GERT

Die 13 Probanden liefen eine zuvor definierte Testroute zweimal ab. Ein zweiter Durchgang war notwendig, da sich die Testpersonen bei dem ersten Testlauf an die neue Situation gewöhnen mussten. Aus diesem Grund wurden nur die Ergebnisse der zweiten Messung zur Auswertung verwendet. Die Testläufe der einzelnen Personen fanden zeitversetzt statt, da so zeitabhängige Stresssituationen nur bei einzelnen Personen auftraten. Zusätzlich wurden Videos und Fotos aufgenommen, um eine retrospektive Verifizierung der Stressmomente durchführen zu können.

5 STAND DER DATENVERARBEITUNG

Die Auswertung der gemessenen Daten, des Sensorarmbandes und des GPS-Loggers wurde bisher in mehreren Arbeitsschritten mit diverser Software durchgeführt. Vorwiegend wurden die Programme „STATA“ (www.stata.com) und „Excel“ (aus dem Microsoft-Office Paket) eingesetzt. Als Ergebnis ist eine CSV-Datei erzeugt und im Anschluss daran in einem Geoinformationssystem georeferenziert worden, sodass die Daten im Shape-Format vorlagen. Hierfür fand das Open-Source Produkt „QGIS“ (www.qgis.org) Verwendung. Aus der CSV-Datei ist eine sogenannte Heatmap (dt. Dichtekarte) erzeugt worden, welche die Häufung von Stressmomenten widerspiegelt.

Bisher waren viele manuelle Zwischenschritte notwendig, sodass der Arbeitsaufwand des Anwenders sehr hoch war. Aus diesem Grund sollten sämtliche Arbeitsschritte in einem einzigen Tool zusammengeführt werden. Zur Umsetzung wurde die freie Programmiersprache „R“ (cran.r-project.org) eingesetzt. Ziel war es, die vorliegenden Rohdaten des Sensorarmbandes und des GPS-Logger automatisiert durch eine Anwendung auswerten und verbinden zu können. Als Ergebnis sollte das Tool eine georeferenzierte Datei im Shape-Format liefern, in der alle erfassten Daten enthalten sind. Das Konzept des Tools wird im folgenden Kapitel genauer beschrieben.

6 KONZEPTION DES TOOLS

Bei der Entwicklung des Tools wurde darauf geachtet, dass es möglichst viele Arbeitsschritte beinhaltet und so die Bearbeitung deutlich vereinfacht. Dazu musste überlegt werden, welche Leistungen das Tool erbringen soll bzw. welche Arbeitsschritte vom Tool durchgeführt werden sollen. Erste Überlegungen zur automatisierten Auswertung der EmoMapping-Daten stellte bereits Wilhelm (2014) an. Der Grundgedanke ist in Abbildung 3 in Form eines Aktivitätsdiagramms zu sehen. Dieses stellt den realisierten Ablauf in einzelnen Schritten dar. Es wurde eine Funktion definiert, die Rohdaten importiert und eine Shape-Datei, mit den ausgewerteten Geodaten, erzeugt. Außerdem besteht die Möglichkeit durch Eingabe von Parametern die

Auswertung anzupassen. Dadurch wurden gezielt einzelne Arbeitsschritte, die bisher manuell durchgeführt wurden, automatisiert. Nach den abschließenden Programmierarbeiten, wurden die erstellten R-Skripte in die Toolbox von QGIS integriert.

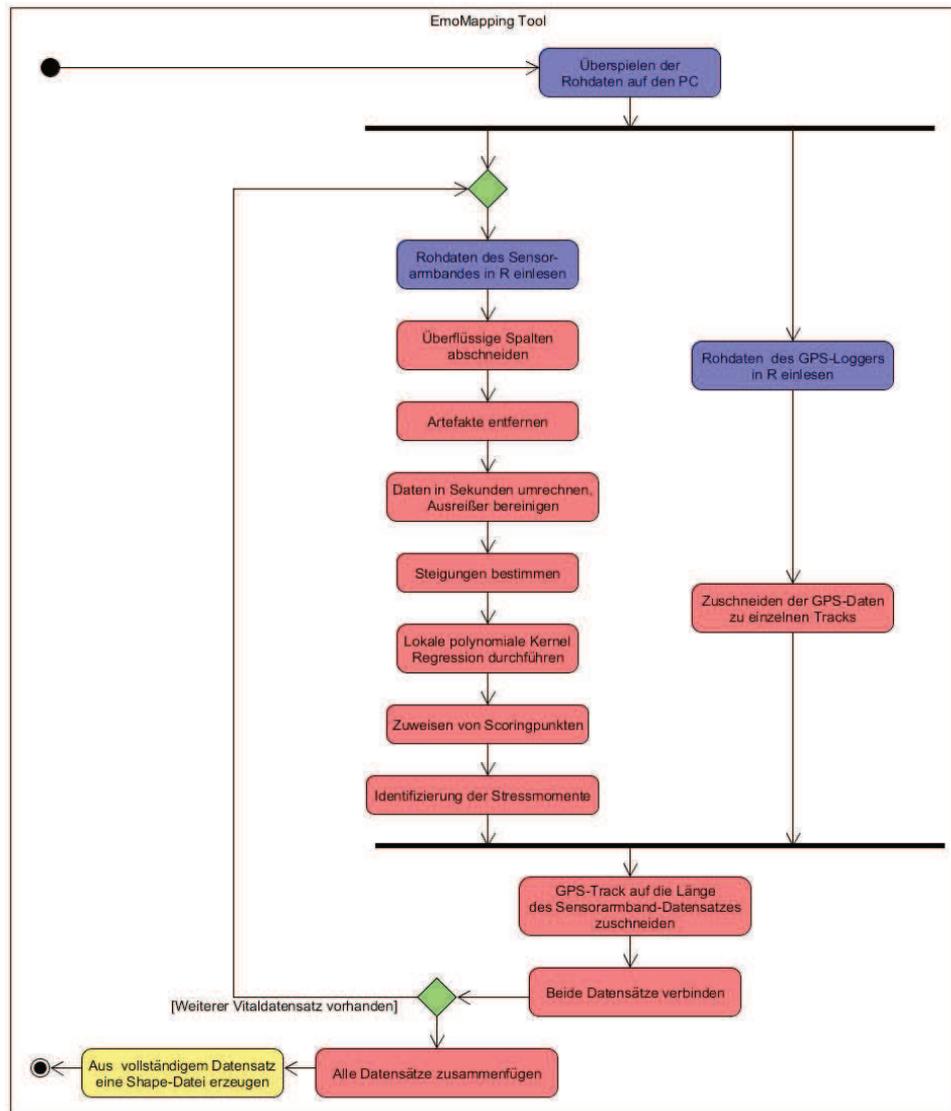


Abbildung 3: Aktivitätsdiagramm des Tools

6.1 Arbeitsweise des Tools

Im Anschluss an eine Messung werden die Rohdaten des Sensorarmbandes und des GPS-Loggers auf einen PC übertragen. Daraufhin verarbeitet das Tool die GPS- und Vitaldaten getrennt voneinander. Prinzipiell kann dies parallel durchgeführt werden, da die Daten erst nach erfolgreicher Bearbeitung beider Datensätze zusammengefügt werden.

Zu Beginn werden die Rohdaten in R importiert. Das Tool erkennt anhand von Markern, die während der Messung gesetzt werden können, automatisch, ob die Daten mehrere Tracks beinhalten. Diese werden zugeschnitten und stehen zur Verbindung mit den passenden Datensätzen des Sensorarmbandes bereit.

Das Tool erwartet die Eingangsdaten des GPS-Loggers mit Informationen zur Position und Zeit der Aufnahme. Diese sind mit sekundlichen gemessenen Positionen, im geographischen Koordinatensystem WGS84 angegeben. Die Daten des Sensorarmbandes müssen je eine Spalte mit Messwerten zur Hautleitfähigkeit und -temperatur enthalten.

Gegensätzlich dazu ist die Auswertung der Daten des Sensorarmbandes (siehe Tabelle 2) deutlich umfangreicher. Die für das EmoMapping wichtigen Parameter bilden die ersten beiden Spalten, mit den entsprechenden Werten:

- scl Hautleitfähigkeit (skin conductance level)
- temp Hauttemperatur

Die übrigen Werte enthalten Daten zur Elektroden-Andruckkraft, zur Außentemperatur, zur triaxialen Beschleunigung (Beschleunigung in drei Achsenrichtungen – x, y, z) und einen Zeitstempel. Da sie jedoch in diesem Projekt keine Verwendung finden, wird darauf nicht näher eingegangen.

scl	temp	force1	force2	x	y	z	na	außentemp	Zeitstempel
706	595	149	1022	590	603	366	416	691	1526499598
705	595	148	1021	590	608	364	409	691	1526499598
705	595	148	1022	592	607	366	407	692	1526499598
705	595	148	1022	581	612	372	404	692	1526499598

Tabelle 2: Ausschnitt der Daten einer Messung des Sensorarmbandes

Nach einem erfolgreichen Import der Daten wird durch einen Schwellenwert, der die minimale Differenz zwischen dem kleinsten und größten Messwert darstellt, geprüft, ob die Datensätze zur Auswertung geeignet sind. Im Anschluss werden nach erfolgreichem Import der Daten nicht benötigte Spalten entfernt und Artefakte aus den Messungen der Hautleitfähigkeit und -temperatur entfernt. Dies wird durchgeführt, indem jeder Messwert mit dem arithmetischen Mittel der nächstgelegenen 250 Messwerte (je 125 Zeitschritte vor und nach dem zu prüfenden Wert) verglichen wird. Falls die Differenz größer als der zuvor definierte Schwellenwert (Hautleitfähigkeit = 25, Hauttemperatur = 15) ist, wird der geprüfte Wert durch den Mittelwert ersetzt. Danach wird die Taktung von 10 Hertz (alternativ 50 Hertz), dies bedeutet zehn Messungen pro Sekunde, durch Bildung des arithmetischen Mittels in Sekunden umgerechnet. Anschließend wird die Steigung zwischen den einzelnen Punkten bestimmt und daraufhin mit den resultierenden Werten eine lokale polynomiale Kernel Regression durchgeführt. Diese führt, unter Angabe des Grads und Bandweite, eine Glättung mittels Kerndichteschätzer (Gaußkern) der Messwerte durch, sodass Anstiege und Abfälle der Daten besser erkennbar sind. Auf dieser Grundlage werden Scoringpunkte vergeben. Diese beschreiben eine Zunahme, Abnahme oder ein gleich bleiben eines Wertes gegenüber dem vorherigen Wert.

„Bilden eines Scorings:

- elektrische Hautleitfähigkeit nimmt zu = Wert+1;
- elektrische Hautleitfähigkeit nimmt ab = Wert-1;
- elektrische Hautleitfähigkeit bleibt gleich = Wert0;
- Hauttemperatur nimmt zu = Wert-1;
- Hauttemperatur nimmt ab = Wert+1;
- Hauttemperatur bleibt gleich = Wert0;“ (Bergner 2010: 184).

Durch dieses Scoring werden Stressmomente identifiziert und deklariert. Alle in diesem Abschnitt angegebenen Werte sind durch Tests als Standardwerte definiert worden.

Nachdem beide Datensätze (Vitalparameter und GPS-Positionen) ausgewertet sind, werden sie auf dieselbe Länge (Zeilenanzahl) gebracht, indem der längere Datensatz abgeschnitten wird. Die Unterschiede in der Länge entstehen durch vernachlässigbare Messungenauigkeiten. Anschließend werden die Datensätze miteinander verbunden. Diese Schritte werden für alle zur GPS-Datei zugehörigen Daten des Sensorarmbandes wiederholt. Zum Schluss werden alle Ergebnisse zu einem georeferenzierten Datensatz im Shape-Format zusammengefügt. Die Georeferenzierung erfolgt hierbei über die Angaben der geographischen Koordinaten (Länge und Breite).

6.2 Integration in die Toolbox von QGIS

Zur Integration selbst erstellter R-Skripte steht eine Schnittstelle zur Toolbox von QGIS bereit. Das Tool wurde zur nutzerfreundlichen Anwendung in die Toolbox eingebunden. Von dieser werden einfache GUI-Komponenten (Grafische Benutzeroberfläche) bereitgestellt. So findet die Auswertung der Rohdaten und Darstellung der Ergebnisse in einem Programm statt.

Die Anwendung des Tools in QGIS ist in Abbildung 4 dargestellt. Als Eingangsdaten werden ein Datensatz des GPS-Loggers und ein Ordner mit den dazugehörigen Daten des Sensorarmbandes erwartet. Es kann sich

für eine Auswertung mit und ohne einer Anpassung der Artefakte entschieden werden. Außerdem können die bereits erwähnten Parameter angegeben werden. Die in der Abbildung zu erkennenden Werte sind als Standardeinstellung hinterlegt, die sich durch Tests ergeben haben. Als Ergebnis wird eine Shape-Datei und eine Datei mit Grafiken zur Auswertung im angegebenen Pfad erzeugt und geöffnet.

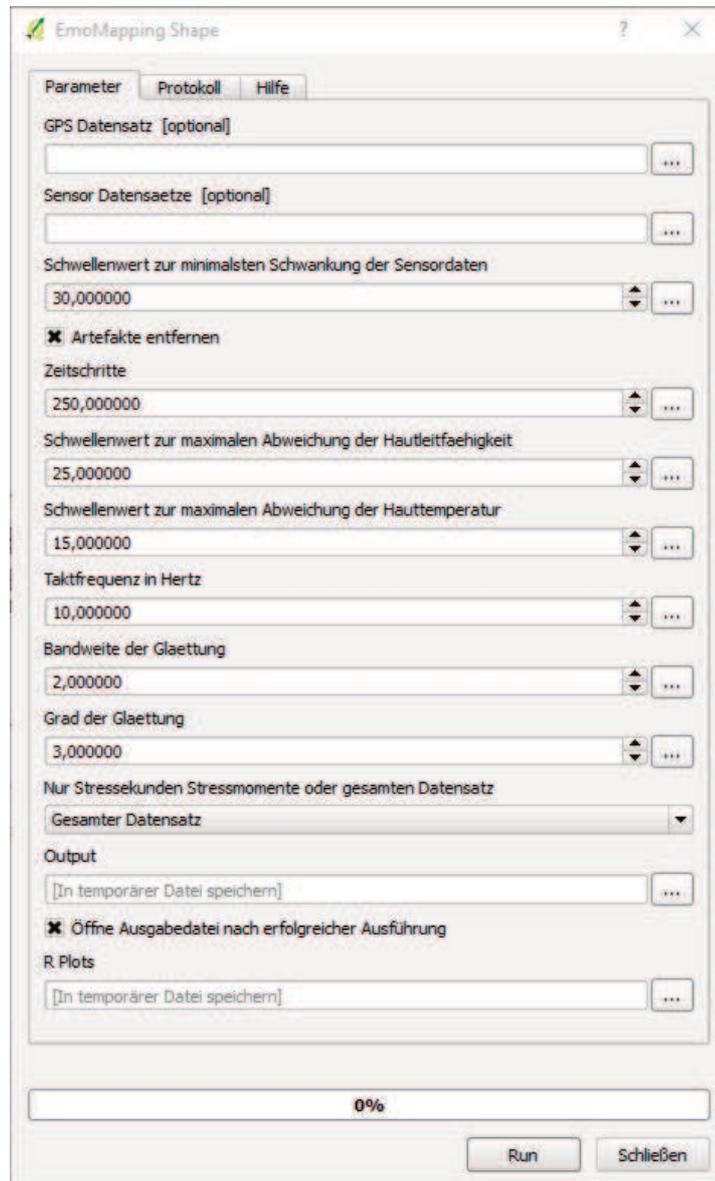


Abbildung 4: Tool zur Auswertung von EmoMapping-Daten in QGIS

7 ERGEBNISSE

Von den insgesamt 13 durchgeführten Messungen im Testgebiet Querenburg, sind acht mit dem Tool ausgewertet und verbunden worden. Die übrigen fünf Messungen waren wegen defekter Geräte nicht zur Auswertung geeignet. Im Anschluss ist die erzeugte Shape-Datei in das freie Geoinformationssystem QGIS eingelesen und drei verschiedene Versionen (siehe Abbildung 5-8) einer Heatmap erzeugt worden. Diese wurden mit verschiedenen Ausgangsdaten und einem Radius von 10 Meter erzeugt. Die höchste Ansammlung von Stresspunkten ist in rot dargestellt.

In Abbildung 5 sind alle Stressekunden der acht Probanden überlagert zu sehen. Durch diese Darstellung lässt sich die Länge der Stressmomente erkennen. Auf Abbildung 6 sind nur die auslösenden Punkte, also die Momente in denen der Stress eingetreten ist dargestellt. In Abbildung 7 sind die gleichen Punkte wie in Abbildung 6 zu sehen, mit dem Unterschied, dass diese durch die Länge der einzelnen Stressmomente gewichtet wurden. Punkte, an denen länger andauernde Stressmomente ausgelöst wurden, werden durch die farblichen Unterschiede betont dargestellt.



Abbildung 5: Alle Stresssekunden (Hintergrundkarte: WMS Luftbild Bochum 2015)

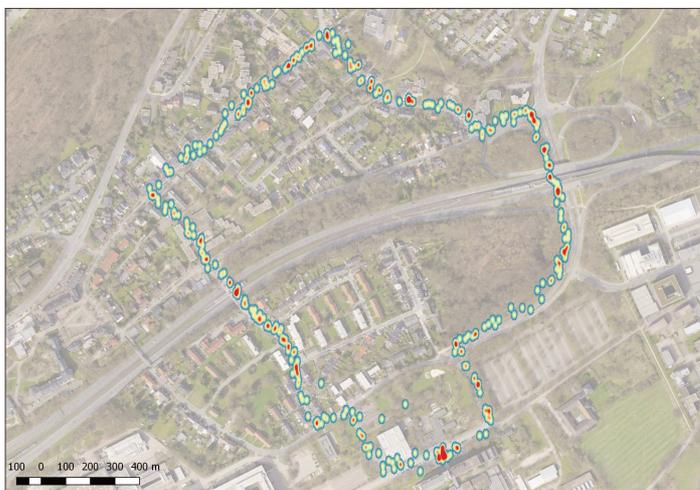


Abbildung 6: Startsekunden des Stresses (Hintergrundkarte: WMS Luftbild Bochum 2015)



Abbildung 7: Startsekunden des Stresses mit Gewichtung durch Länge der Stressmomente (Hintergrundkarte: WMS Luftbild)

8 DISKUSSION

In dieser Fallstudie ist zur Überprüfung der Barrieren die in Abbildung 5 zu sehende Variante am besten geeignet. Diese soll Aufschluss über die Vollständigkeit der Barrieren im Testgebiet geben. Dazu ist es notwendig einzelne Punkte näher zu betrachten. In diesem Zusammenhang sind alle Momente in denen der Stress eintrat zusammen mit den Barrieren des barrierefreien Stadtplans in Abbildung 8 dargestellt.



Abbildung 8: Alle Stressekunden und Barrieren (Hintergrundkarte: WMS Luftbild Bochum 2015)

Wie in Abbildung 8 zu sehen ist, stimmen an einigen Stellen die zuvor aufgenommenen Barrieren mit den Stressmomenten überein. Der Startpunkt der Testläufe liegt im Süden und die Laufrichtung ist entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn. An einigen Stellen lassen sich die Stressmomente sehr gut interpretieren. So wird im Osten der Stress durch die Unterführung des Zubringers und Überquerung gefährlicher Zebrastreifen ausgelöst (blaue Markierung). Anschließend folgt bis zum nördlichsten Punkt eine starke Steigung, wobei sich auf dem Weg einige Hindernisse befinden (gelbe Markierung). Im weiteren Verlauf wurde eine Baustelle (rote Markierung) und kurz vor der U-Bahn-Haltestelle im Westen eine Treppe bzw. eine Rampe (lila Markierung) passiert. An der U-Bahn Station und bei der Überquerung der Brücke trat viel Lärm auf (grüne Markierung) und danach waren nur sehr schmale Bürgersteige begehbar. Besonders hoch sind die Werte am Start- bzw. Endpunkt des Testlaufes (braune Markierung). Dies ist üblich, da die Testpersonen am Startpunkt länger verweilen und sich an die Situation gewöhnen müssen.

Es lässt sich auch erkennen, dass an einigen Positionen bereits aufgenommener Barrieren (wie die bereits erwähnten U-Bahn-Haltestellen oder Hindernisse) zu erwartender Stress verzeichnet wurde. Darüber hinaus trat Stress an Stellen auf, bei denen bisher keine Barrieren erfasst wurden (schwarze Markierungen). An diesen Stellen bedarf es einer genaueren Untersuchung, um noch nicht erfasste Barrieren zu identifizieren.

9 AUSBLICK

Die Anforderungen an das Tool wurden zufriedenstellend erfüllt. Durch die vorgestellte automatisierte Aufbereitung der EmoMapping-Daten wird viel Zeit und Arbeit eingespart. Dies lässt in Zukunft eine erhöhte Stichprobengröße und Anwendung in größeren Testgebieten zu. Dennoch bestehen einige Möglichkeiten zur Ergänzung bzw. Verbesserung. Außerdem könnte das Tool zur Auswertung von Messdaten anderer Sensoren leicht erweitert werden.

Die Daten des EmoMappings könnten im Nachgang mit den aufgenommenen Videos und Fotos verifiziert werden, um Aufschluss über die tatsächlichen Auslöser der Stresssituationen zu erhalten. Im Anschluss daran wäre es denkbar die Parameter im Tool anzupassen, um genauere Ergebnisse zu erhalten.

Darüber hinaus werden zukünftig die fehlenden Stressverursachenden Barrieren kartiert und in den Barrierefreien Stadtplan mit aufgenommen.

10 REFERENCES

- BERGNER, B.: Emotionales Barriere-GIS als neues Instrument zur Identifikation und Optimierung stadträumlicher Barrieren für mobilitätseingeschränkte und behinderte Menschen, Kaiserslautern: Im Eigenverlag, 2010.
- BERGNER, B., ZEILE, P., PAPASTEFANOU, G., RECH, W.: Emotionales Barriere-GIS als neues Instrument zur Identifikation und Optimierung stadträumlicher Barrieren. In: Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hg.): Angewandte Geoinformatik 2011. Berlin/Offenbach: Herbert Wichman Verlag, VDE Verlag GmbH: 430-439, 2011.
- EXNER, J.-P., BERGNER, B., ZEILE, P., BROSCHE, D.: Humansensorik in der räumlichen Planung. In: Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hg.): Angewandte Geoinformatik 2012. Berlin/Offenbach: Herbert Wichman Verlag, VDE Verlag GmbH: 690-699, 2012.
- GROSS, D.J., HOLDERLE, C., WILHELM, J.: EmoCycling – Analyse von Radwegen mittels Humansensorik für Kommunen. In: Real Corp 2015 Proceedings/Tagungsband, Ghent, Belgien, 5-7 Mai: 249-259, 2015.
- GRÜNHEID, E. & FIELDER, C.: Bevölkerungsentwicklung – Daten, Fakten, Trends zum demografischen Wandel, Wiesbaden: Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung. online Verfügbar unter http://www.bib-demografie.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Broschueren/bevoelkerung_2013.pdf;jsessionid=B12845E5C9FEC07009EF2826A0EA5AFF.2_cid292?__blob=publicationFile&v=12, 2013.
- HÖFFKEN, S., PAPASTEFANOU, G., & ZEILE, P.: Google Earth, GPS, Geotagging und neue Möglichkeiten für die Stadtplanung- Ein emotionales Kiezportrait. In M. Schrenk, V. Popovich, D. Engelke, & P. Elisei (Eds.) (pp. 275–281). Wien. 2008.
- HOßMANN, I. & MÜNZ, R.: Online-Handbuch Demografie: Glossar, Berlin: Berlin-Institut für Bevölkerung und Entwicklung. Online Verfügbar unter http://www.berlin-institut.org/fileadmin/user_upload/Glossar/pdf_Glossar_MK.pdf. 2009.
- KREIBIG, S. D.: Autonomic nervous system activity in emotion: a review. *Biological psychology*, 84(3), 394–421, 2010. doi:10.1016/j.biopsycho.2010.03.010
- NOLD, C.: Emotional cartography: Technologies of the self. Eigenverlag. 2009. <http://emotionalcartography.net>.
- STATISTISCHES BUNDESAMT: Bevölkerung Deutschlands bis 2060 – 13. Koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung, Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. Online Verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/VorausberechnungBevoelkerung/BevoelkerungDeutschland2060Presse5124204159004.pdf?__blob=publicationFile, 2015.
- STATISTISCHES BUNDESAMT: Pressemitteilung vom 20. Januar 2016 – 021/16, Alterung der Bevölkerung durch aktuell hohe Zuwanderung nicht umkehrbar. Online Verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2016/01/PD16_021_12421pdf.pdf?__blob=publicationFile, 2016.
- WEBSITE PRODUKTUNDPROJEKT: <http://www.produktundprojekt.de/alterssimulationsanzug/> (zuletzt zugegriffen am 21.02.2016)
- WILHELM, J.: Bachelorarbeit: EmoVision – Potentiale von EmoMapping in der räumlichen Planung, Kaiserslautern, 2014.
- WILHELM, J., BROSCHE, D., ZEILE, P.: EmoVision – Potenziale von EmoMapping in der räumlichen Planung. In: Real Corp 2015 Proceedings/Tagungsband, Schwechat, 14-16 Mai: 261-270, 2015.
- WITTE, B. & SPARLA, P.: Vermessungskunde und Grundlagen der Statistik für das Bauwesen. 8., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Berlin und Offenbach: Wichmann, 2015.
- WMS LUFTBILD BOCHUM: WMS-Server Bochum 2015. http://wms.bochum.de/Luftbild2015_TOM/MapServer/WMSServer? (zuletzt zugegriffen am 16.03.2016)
- ZEILE, P., HÖFFKEN, S., & PAPASTEFANOU, G.: Mapping people? - The measurement of physiological data in city areas and the potential benefit for urban planning. In M. Schrenk, V. Popovich, D. Engelke, & P. Elisei (Eds.). *Sitges*. 2009.
- ZEILE, P., EXNER, J.-P., BERGNER, B., SREICH, B.: Humansensorik und Kartierung von Emotionen in der räumlichen Planung. In: *Peer Review Proceedings of Digital Landscape Architecture 2013 at Anhalt University of Applied Sciences*, Berlin/Offenbach: Herbert Wichman Verlag, VDE Verlag GmbH: 129-141, 2013.