

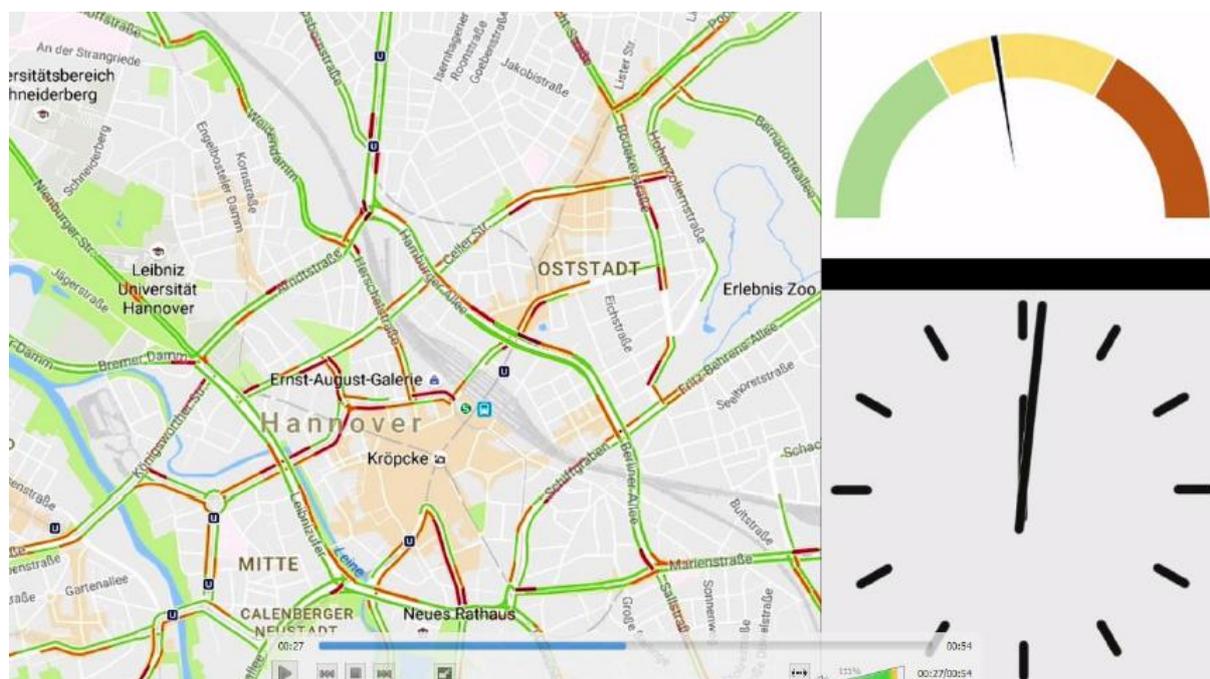
# IWI Diskussionsbeiträge # 81 (17. Februar 2017)<sup>1</sup>



ISSN 1612-3646

## Visualisierung von Verkehrsdaten der Landeshauptstadt Hannover

Christoph Thermann<sup>2</sup>, Marc-Oliver Sonneberg<sup>3</sup> und Michael H. Breitner<sup>4</sup>



<sup>1</sup> Kopien oder eine PDF-Datei sind auf Anfrage erhältlich: Institut für Wirtschaftsinformatik, Leibniz Universität Hannover, Königsworther Platz 1, 30167 Hannover ([www.iwi.uni-hannover.de](http://www.iwi.uni-hannover.de)).

<sup>2</sup> Student der Wirtschaftswissenschaften an der Leibniz Universität Hannover ([christoph.thermann@arcor.de](mailto:christoph.thermann@arcor.de))

<sup>3</sup> Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand, Institut für Wirtschaftsinformatik ([sonneberg@iwi.uni-hannover.de](mailto:sonneberg@iwi.uni-hannover.de))

<sup>4</sup> Professor für Wirtschaftsinformatik und Betriebswirtschaftslehre und Direktor des Instituts für Wirtschaftsinformatik ([breitner@iwi.uni-hannover.de](mailto:breitner@iwi.uni-hannover.de))

## **Abstrakt**

Eine stetig steigende Zahl der Bevölkerung weltweit lebt in Städten. Die Städte sehen sich daher diversen Herausforderungen gegenübergestellt. Neben dem Wohnungsmarkt werden in Zukunft auch aktuelle Verkehrssysteme nicht mehr den Anforderungen der Einwohner gerecht. Dieses Diskussionspapier setzt an der Verkehrsproblematik an und versucht mit Hilfe von Visualisierungstechniken einen Überblick über die aktuelle Verkehrssituation zu geben. Für die Landeshauptstadt Hannover werden frei zugängliche Verkehrsdaten zu mehreren Filmen zusammengeschnitten. Im Resultat werden verkehrliche Hot-Spots der Stadt im Verlauf über die Zeit identifiziert. Mit diesem Wissen sollen Planer und Entscheider unterstützt werden, um alternative Verkehrsführungen zu entwickeln und somit das Verkehrssystem effektiv zu optimieren.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstrakt.....</b>	<b>2</b>
<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>3</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Grundlagen der Visualisierung .....</b>	<b>4</b>
<b>3 Vom Einzelbild zum Film .....</b>	<b>7</b>
<b>4 Wahl der Ausschnittgrundlage.....</b>	<b>8</b>
<b>5 Ergebnisse .....</b>	<b>9</b>
<b>6 Kritische Würdigung.....</b>	<b>10</b>
<b>7 Fazit und Ausblick .....</b>	<b>11</b>
<b>8 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>12</b>

# 1 Einleitung

Aktuell leben weltweit ca. 52% der Bevölkerung in den Städten, in Deutschland wohnten bereits 2015 fast 75% der Bevölkerung in urbanen Räumen (Statista 2016). In der Zukunft wird dieser Wert noch weiter steigen. Damit eingehend resultieren verschiedenste Problematiken mit denen sich Städte gegenüberstellen müssen. Eines dieser Probleme ist die Verkehrsbelastung. Bereits heute finden 64% des Verkehrs in urbanen Räumen statt und es wird erwartet, dass sich die urbanen Kilometer bis 2050 verdreifachen werden. Ein ähnlicher Trend wird beim urbanen Transport von Gütern erwartet. Der Bedarf an Lieferungen steigt durch einen stetig wachsenden E-Commerce immer weiter an. Dies wird sich erheblich auf die Umwelt und das Gefüge einer Stadt auswirken. Es besteht eine erhöhte Staugefahr, die Luftverschmutzung nimmt zu und die Bewohner werden vermehrt mit starkem Lärm belästigt. Dies wiederum hat direkte Einflüsse auf die Verkehrssicherheit, die Lebensqualität der Bevölkerung und die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit der Stadt (Little 2015).

Um dieser Problematik entgegenzuwirken, muss bereits heute etwas für die Lösung getan werden. Dabei müssen sämtliche Stakeholder (Stadtverwaltung, Verkehrsunternehmen, Einzelhändler und Einwohner) mit variierenden Zielen und Interessen einbezogen werden. Als Grundlage hierzu muss jedoch zunächst Verständnis für die aktuelle verkehrliche Situation geschaffen werden. Aus diesem Grund hat dieses Diskussionspapier das Ziel, den Verkehr in der Landeshauptstadt Hannover zu visualisieren und zu analysieren. Dabei liegt folgende Forschungsfrage zugrunde:

*Wie können verkehrliche Hot-Spots innerhalb der Landeshauptstadt Hannover identifiziert und visuell dargestellt werden?*

Dazu werden zunächst Grundlagen und Anforderungen zu Visualisierungstechniken vermittelt. Es folgt die Erklärung zur zugrundeliegenden Vorgehensweise eines Verkehrsfilms sowie die dafür notwendigen Programme. Anschließend wird die Wahl der Ausschnitte als Grundlage für die Filmsequenz beschrieben, bevor im anschließenden Teil die Ergebnisse kurz diskutiert werden. In der kritischen Würdigung wird auf Limitationen und mögliche Handlungsempfehlungen eingegangen. Zum Schluss folgt ein Fazit mit Ausblick.

## 2 Grundlagen der Visualisierung

Visualisierungsmethoden existieren seit mehreren Jahrzehnten. Die fortschreitende Entwicklung der Computertechnik ab Ende des 20. Jahrhunderts prägte die grafischen Darstellungen stark, machte diese präsenter und für die Allgemeinheit leichter zugänglich (Meyer 1999). In der technischen Wissenschaft waren visuelle Abbildungen bereits

länger in Gebrauch, um Informationen grafisch abzubilden. In der heutigen Zeit sind solche Darstellungen durch universell zugängliche Programme wie Excel deutlich schneller und flexibler zu erstellen (Schumann und Müller 2000). Charwat (1994) definiert Visualisierung als „die Umwandlung von Informationen, die ursprünglich nicht in Bildform vorliegen, in eine für die menschliche Wahrnehmung geeignetere grafische Darstellung“.

Ziel einer grafischen Darstellung ist es, eine geeignete visuelle Repräsentation einer Datenmenge zu kreieren, damit dem Betrachter eine schnelle und effektive Auswertung ermöglicht wird. Dabei sollen die Analyse und das Verständnis von Modellen und Datenmengen erleichtert werden. Durch ein Zusammenspiel von Sehen, Erkennen, Verstehen und Bewerten sollen Visualisierungen Gegebenheiten für den Betrachter so darstellen, wie sie tatsächlich vorliegen und keine Verfälschungen hervorbringen. Gleichzeitig sollen Zusammenhänge dargestellt werden, die sonst nicht oder nur schwer erkennbar gewesen wären (Schumann und Müller 2000).

Bei einem Visualisierungsprozess sind grundsätzlich drei Stufen zu unterscheiden. Die erste Stufe, eine explorative Analyse, dient der Suche nach Informationen und versucht Strukturen zu erkennen. Es werden noch keine Hypothesen bezüglich der Interpretation aufgestellt, da eine reine Darstellung der Daten im Vordergrund steht. Auf der nächsten Stufe folgt die konfirmative Analyse. Dabei werden die vorliegenden Daten in Zusammenhang mit Hypothesen gebracht. Ziel ist es, die getroffenen Annahmen zu verwerfen oder zu verifizieren. Schließlich folgt im Verlauf der dritten Analysestufe die Auswahl einer angemessenen Präsentationsmethodik der Ergebnisse. Die auf den vorangegangenen Stufen gesammelten Fakten und Hypothesen sollen erkennbar dargestellt werden und auch für Dritte leicht verständlich sein. In diesem Schritt liegt auch die Schwierigkeit der Auswahl einer der Daten angemessenen Visualisierungsform (Schumann und Müller 2000).

#### Anforderungen an Visualisierungen:

Unter Visualisierung versteht man das Erzeugen eines Bildes bzw. einer Bildsequenz, um Eigenschaften von Daten aufzuzeigen. Ziel ist es, die Kennzeichen der Daten durch visuelle Attribute abzubilden. Dabei können aus Bildern drei Stufen von Informationen entnommen werden. Zuerst sind grundlegende Informationen zu nennen. Diese lassen sich in direkter Form aus dem Bild entnehmen. Zu jeder Information soll im Bild eine entsprechende Darstellungsform von den grafischen Eigenschaften zu finden sein. Auf der zweiten Stufe sollen die Informationen abstrahiert werden. Dies dient der Untersuchung der Ergebnisse und der Reduzierung auf das Wesentliche. Das Erreichen der dritten Stufe ist das finale Ziel eines Visualisierungsprozesses, welche den Betrachter in der Entscheidungsfindung unterstützt. Grafische Darstellungen sollen nicht nur eine zugänglichere Darstellungsform sein, sondern in letzter Instanz ein Mittel

zu Einschätzung der Daten und anschließender Wahl einer passenden Vorgehensweise dienen (Bertin 1982).

Bei der Visualisierung von Daten sind drei essentielle Anforderungen zu beachten, damit eine Konsistenz der Darstellung gegeben ist. Die grafische Abbildung der Datenmenge muss expressiv, effektiv und angemessen sein.

Expressivität besagt, dass die Wiedergabe der Daten unverfälscht erfolgt. Sie ist in der ersten Linie von der Struktur der Daten abhängig. Es sollen nur vorhandene Informationen abgebildet werden. Durch eine unpassende Visualisierung können nicht existente Zusammenhänge suggeriert werden. Die Beachtung dieses Kriteriums ist ein zentraler Bestandteil für die Einhaltung von den genannten Anforderungen. Die Auswahl einer Darstellung, die den Expressivitätskriterien entspricht, gehört damit zu den ersten Schritten bei der grafischen Darstellung von Daten (Jung 1998). Expressivität besagt nicht, dass es nur eine mögliche Darstellungsvariante gibt. In der Regel sind mehrere Visualisierungen denkbar, die dieses Kriterium erfüllen. (Jung 1998).

Die Effektivität einer Darstellung gibt an, ob die gewählte grafische Methode die darzustellenden Informationen verständlich veranschaulicht und diese dem Betrachter möglichst instinktiv vermittelt. Daher wird versucht, die effektivste Visualisierungsform für eine Datenmenge zu finden und zu verwenden. Jedoch ist die effektivste Darstellung nicht zwangsläufig die effizienteste Wahl (MacKinlay 1987).

Übertragen auf Formen der Visualisierung drückt sich dieses Verhältnis in der Angemessenheit aus. Expressivität und Effektivität sind die entscheidenden Kriterien, um eine geeignete Darstellung zu erstellen. Die Angemessenheit betrachtet Kosten und Nutzen einer Visualisierung und wie diese in Relation zueinander stehen. Es muss hinterfragt werden, ob der Zuwachs an Nutzen noch dem gestiegenen Aufwand an Zeit, Ressourcen und Rechenleistung in einem angemessenen Verhältnis steht (Schumann und Müller 2000).

#### Mögliche Probleme von Visualisierungen:

Visualisierungen sind eine exzellente Möglichkeit, dem Betrachter z. B. besonders große oder komplexe Datenmenge zugänglicher zu machen. Jedoch bergen grafische Darstellungen auch Gefahren der Fehlinformation und führen damit zu dem Gegenteil der eigentlichen Absicht. Bei jeder Abbildung muss sich der Gestalter die Frage nach der Qualität und der Effektivität der Grafik stellen. Welches Visualisierungskonzept ist für die vorliegenden Daten geeignet und wie kann dieses sinnvoll eingesetzt werden. Eine gelungene und grafisch aufwendige Darstellung hat keinen Sinn, wenn diese den beabsichtigten Zweck nicht erfüllt. Im schlimmsten Fall führen ungeeignete Grafiken zu fehlerhaften Entscheidungen und unpassenden Maßnahmen (Schumann und Müller 2000).

Des Weiteren besteht die Gefahr, eine Abbildung zu überladen d. h. zu viele Informationen in einer Darstellung darstellen zu wollen. Dies erschwert dem Betrachter den Zugriff sowie das Verständnis. Bei der Menge der visualisierten Daten muss das richtige Maß zwischen Aussagekraft und Unverständlichkeit gefunden werden. Außerdem müssen der Zusammenhang der Daten und die Beziehung zueinander erkennbar sein. Besonders bei der Darstellung von z. B. logarithmischen Werten muss die Beschriftung der Achsen deutlich erkennbar und verständlich sein, damit der Betrachter die Ergebnisse im richtigen Verhältnis interpretiert.

### 3 Vom Einzelbild zum Film

Für die Erstellung der Verkehrsfilm wurden verschiedene Programme verwendet, die im Folgenden kurz bezüglich ihrer Verwendung erläutert werden:

In dieser Arbeit wird der Kartendienst **Google Maps** dazu verwendet, den Verkehrsfluss im inneren Stadtbereich von Hannover zu visualisieren. Dazu wird der Kartenausschnitt zunächst auf das zu betrachtende Gebiet eingestellt. Ziel ist es, digitale Aufnahmen von dem Ausschnitt zu erstellen und diese später in einem Video zusammenzufügen und dadurch das Verkehrsaufkommen im Laufe eines Tages abzubilden.

Das Bildbetrachtungsprogramm **IrfanView** wurde in erster Linie dazu verwendet, von dem durch Google Maps dargestellten Kartenausschnitt einen Screenshot zu erstellen und um diese dann später zu einem Video zusammenzufügen. Dabei war die Möglichkeit, ein Zeitfenster für die Aufnahme der Bilder festzulegen, zentral für die Auswahl des Programms. Neben der Aufnahme von Screenshots wurde IrfanView für die Batchkonvertierung von Bildern verwendet. Weiterhin können mit dem Programm mehrere Bilder in kurzer Zeit gleichzeitig bearbeitet und benannt werden. Wird nur ein bestimmter Ausschnitt eines Bildes benötigt, ist es möglich, diesen einmal festzulegen und dann eine Großzahl an Bildern auf diesen Bereich zurechtzuschneiden.

Das kostenlose und pixelbasierte Grafikprogramm **GIMP** (in Verbindung mit der Erweiterung **BIMP**) wurde zur Veränderung von Farben verwendet. Für eine bessere Darstellung wurden bestimmte Farbräume der mit Google Maps erzeugten und IrfanView aufgenommenen Screenshots entsättigt. Des Weiteren wurde die Funktion der Farbveränderung genutzt. So wurden Filter zur Veränderung von Grautönen zu Schwarz angewendet, welches für die spätere Weiterbearbeitung notwendig war. Weiterhin wurde GIMP und BIMP dazu verwendet, mehrere Bilder gleichzeitig zu entsättigen und beschleunigt eine Stapelbearbeitung so deutlich.

**ImageJ** ist ein in Java programmiertes Open Source Bildbearbeitungs- und Analyseprogramm. Das Programm wurde für die Analyse der RGB-Farbräumen von Bildern verwendet. Hier war es besonders von Nutzen, dass mit der Erweiterung durch

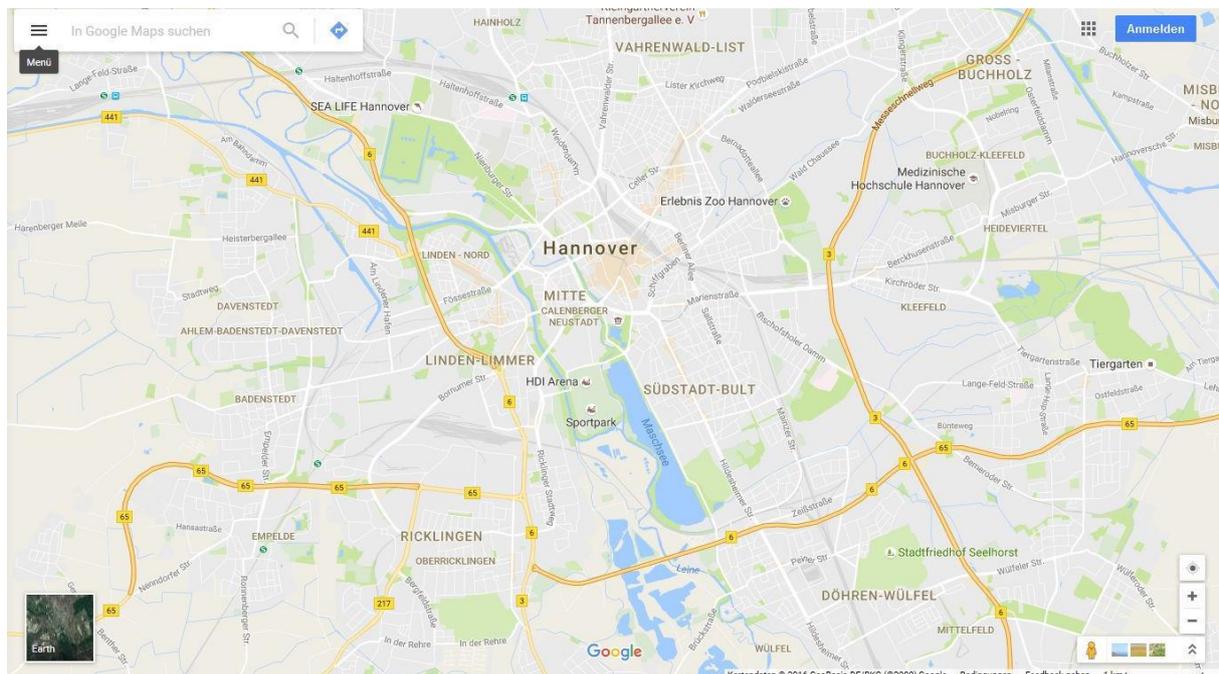
Makros nicht nur einzelne Bilder, sondern eine Vielzahl an Daten automatisiert analysiert werden konnte. Ergebnisse können anschließend als Excel Datei exportiert werden.

Die Anwendung **DaVinci Resolve** ist ein Programm zur Videobearbeitung und wurde genutzt, um die durch IrfanView aufgenommenen Bildsequenzen zu importieren und anschließend als Video auszugeben. Dabei ließ sich die Anzahl der Bilder, die pro Sekunde angezeigt werden, variabel einstellen und so kann eine flüssige Wiedergabe sichergestellt werden.

Zur Auswertung und Organisation der mit ImageJ generierten Werte der RGB Farbspektrumanalyse wurde **Excel** in der Kombination mit **VBA** genutzt. Über Formeln und Funktionen wurden diese Daten strukturiert und für die Auswertung zugänglich gemacht. Des Weiteren wurden die Ergebnisse in Diagrammen visualisiert.

## 4 Wahl der Ausschnittgrundlage

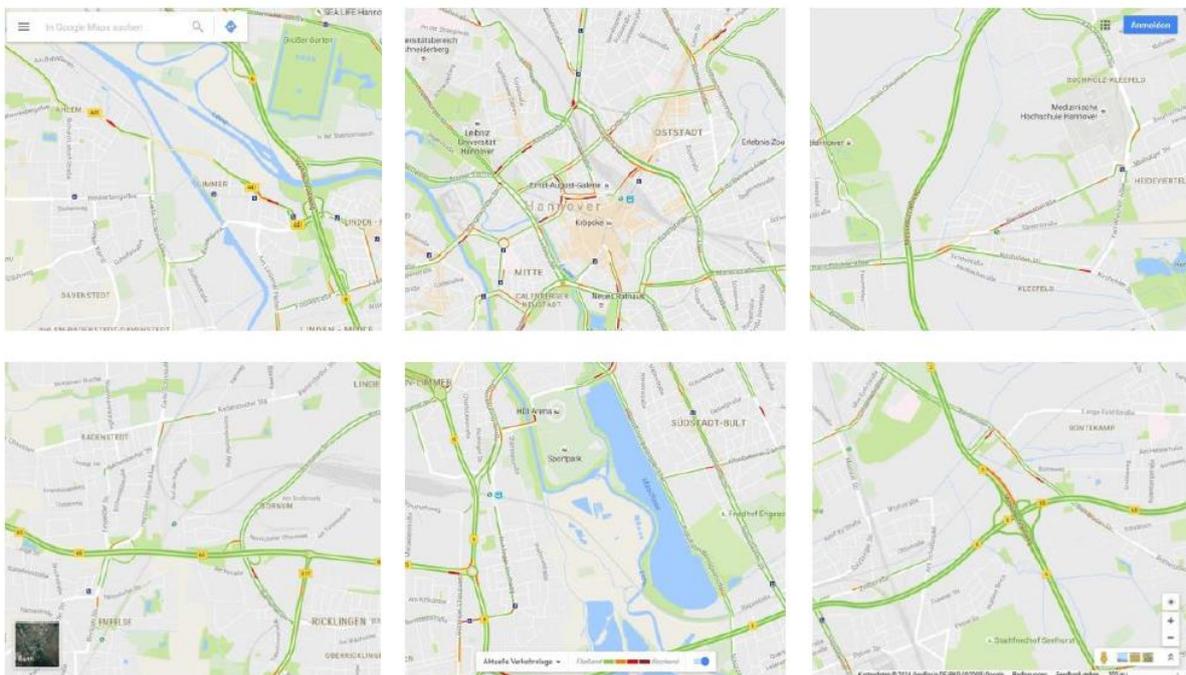
Ziel war die Erstellung mehrerer Verkehrsfilme der Landeshauptstadt Hannover. Dazu musste zunächst ein geeigneter Kartenausschnitt in Google Maps ausgewählt werden.



**Abbildung 1: Gewählter Kartenausschnitt**

In Abbildung 1 ist der gewählte Kartenausschnitt ersichtlich, neben der Kerninnenstadt sind die Gebiete Hannover Nord (Stöcken, Vahrenwald und List) sowie Ost (Buchholz, Kleefeld & Zooviertel), Süd (Südstadt, Bult und Döhren-Wülfel) und West (Ricklingen, Linden, Limmer, Ahlem, Davenstedt und Badenstedt) ersichtlich. Damit sind auch die wichtigsten Schnellstraßen wie der Messeschnellweg, Westschnellweg und Südschnellweg in dem Ausschnitt enthalten.

Für eine detaillierte Betrachtung innerhalb der einzelnen Stadtteile wurde dieser Kartenabschnitt weiterhin in 6 identisch große Teile zerschnitten.



**Abbildung 2: Abbildung der sechs Teilausschnitte**

## 5 Ergebnisse

Um die verkehrliche Situation adäquat zu visualisieren, wurden die entstandenen Filme der im vorherigen Kapitel ersichtlichen Bildausschnitte um zwei Elemente ergänzt. Einerseits wurde dabei eine analoge Uhr integriert um den Verlauf über die Zeit darzustellen sowie ein Tacho, der das Verhältnis der jeweilig vorliegenden Verkehrssituation den Farben Grün (kein nennenswerter Verkehr), Gelb (stockender Verkehr) und Rot (Stau) darstellt.

Die entstandenen Verkehrsfilme für einen typischen Werktag und Samstag sind unter folgendem Link erreichbar:

<http://stream.rrzn.uni-hannover.de/Video-Files/iwi/verkehrsdaten/index.html>

Identifizierte verkehrliche Hot-Spots liegen im Bereich des Landwehrkreisel im Westen des Maschsees, der Kreuzung A2 und Vahrenwalder Straße, dem West- und Messeschnellweg und gesamten Innenstadtbereich innerhalb des Cityrings.

Weiterhin wurden die erlangten Ergebnisse anhand von Verkehrsdaten der Landeshauptstadt Hannover validiert. Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass dort ähnliche Problembereiche als kritische Stellen identifiziert sind, die Darstellung innerhalb eines Films jedoch einen Mehrwert hinsichtlich der zeitlichen Komponente darstellt.

## 6 Kritische Würdigung

Bei der Bewertung der Ergebnisse dieser Arbeit sind die folgenden Limitationen und Einschränkungen zu beachten. Zuerst ist dabei die Qualität der Daten von Google Maps zu nennen. Es wurde nicht überprüft, ob auf den Straßen der Verkehr tatsächlich zähflüssig ist, wenn Google Maps diese Straße rot darstellt. Des Weiteren gibt Google in der Legende nur eine vage Erläuterung der Farbskala. Es müsste bestimmt werden, welchem Verkehrsfluss die Farben Rot, Gelb und Grün entsprechen. Google Maps erhält die Daten von Smartphones, die das Betriebssystem Android nutzen und bei denen das GPS Modul aktiviert ist. Der genaue Programmcode der Auswertung ist nicht bekannt. Daher kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, wie zuverlässig die Daten sind. Wie werden Radfahrer, Fußgänger oder Stadtbahnfahrer von dieser Statistik ausgeschlossen? Ohne genaue Informationen über die Arbeitsweise des unterliegenden Algorithmus müssen die Daten von Google Maps kritisch betrachtet werden. Damit liegt jedoch kein Grund vor, die Daten als unbrauchbar zu bezeichnen. Der Dienst ist seit mehreren Jahren aktiv und wird ständig von Google aktualisiert, da eine möglichst genaue Aussage über den Verkehr auch im Interesse des Unternehmens ist.

Ein weiteres Problem ist die Menge der auszuwertenden Daten. Es entstanden rund 15 GB an Daten, die sich zudem auf über 90.000 Dateien verteilen. Außerdem wurde ein Großteil der Dateien durch Umwandlung bestehender Daten generiert. Bei diesen Prozessen sind, auch nach mehrmaliger Überprüfung der Konsistenz der Daten, Fehler nicht völlig auszuschließen.

Es sind Aufnahmen für einen Wochentag und einen Samstag entstanden. Dabei war die Auswahl der Tage zufällig. Es wurde zwar darauf geachtet, möglichst typische Verkehrstage auszuwählen, an denen keine speziellen Events oder Streiks in der Region stattgefunden haben, jedoch könnte der Zufall dennoch zu einem untypischen Verkehrsaufkommen geführt haben. Bei der Visualisierung des Verkehrs wäre es weiterhin interessant, Tage auszuwählen, an denen Sondersituationen des Verkehrs zu beobachten sind. Diese könnten z.B. Fußballspiel, die Ferienzeit, Streik des ÖPNV, verkaufsoffene Sonntage oder andere Ereignisse in der Innenstadt sein. Wie sehr haben diese Events einen Einfluss auf das Verkehrsaufkommen? Führen diese Ereignisse zu einer deutlichen Erhöhung der Staugefahr, müsste überprüft werden, wie häufig diese auftreten und ob es dann überhaupt sinnvoll ist Maßnahmen zu ergreifen.

## 7 Fazit und Ausblick

Die Thematik der urbanen Logistik erlangt ein immer größeres Interesse in der Politik, der Wirtschaft und auch in der Wissenschaft. Bei immer größer werdenden Mengen an Warensendungen und dem damit zunehmenden Lieferverkehr ist es seitens der Städte notwendig, auf diese Problematik vorbereitet zu sein. Auch die Landeshauptstadt Hannover muss sich diesen Herausforderungen als Großstadt stellen. Neben dem Verkehr wird in Zukunft auch der Ausstoß von Abgasen für die Politik relevant sein. Um effektive Lösungen zu erarbeiten, ist die Zusammenarbeit aller Stakeholder der urbanen Logistik gefordert und notwendig.

Big Data Analysen können dabei ein Mittel sein, vorhandene Daten zu strukturieren und zu analysieren. Diese Arbeit hat Daten zur Verkehrssituation von Hannover gesammelt und anschließend visualisiert. Grundlage dieses Diskussionspapiers sind Screenshots von Google Maps, die zu einem Video zusammengefügt wurden. Anstatt nur Momentaufnahmen zu bestimmten Uhrzeiten zu analysieren, kann auf diese Weise ein Eindruck vom Verkehrsverlauf über einen gesamten Tag ermöglicht werden. Der Betrachtungsausschnitt der Landeshauptstadt Hannover wurde zur leichteren Erfassung für den Betrachter in sechs Teilabschnitte unterteilt. Zur Analyse der jeweiligen Verkehrsbelastung wurden die Filme anschließend mit einem Tacho zur Anzeige der Verkehrsstärke versehen. Als Ergebnis konnten die Hot-Spots des Verkehrs in Hannover identifiziert und aufgezeigt werden.

Damit der Verkehr und die Auswirkungen des Sendungsaufkommens seitens KEP-Dienstleister besser miteinander verknüpft werden können, müssen weitere Daten erhoben werden. Dabei müssen besonders Statistiken zu Paketsendungen (Anzahl und Größe) mit entsprechenden Empfängerdaten verknüpft werden. Als Grundlage müssen dazu detaillierte Informationen zur Bevölkerungsstruktur auf Mikroebene vorliegen. Verknüpft man anschließend die gesammelten Statistiken, lassen sich daraus detaillierte Aussagen zum Effekt des steigenden Lieferaufkommens tätigen. Auf dieser Grundlage ließen sich auch fundierte Entscheidungen bezüglich durchzuführenden verkehrspolitischen Maßnahmen treffen. Wird in Zukunft eine Datensammlung von allen am Verkehr beteiligten Stakeholdern betrieben, wird die Aggregation und die Visualisierung dieser Daten eine entscheidende Rolle spielen. Grafische Darstellungen können die Interpretation und das Verständnis deutlich erleichtern. Von besonderer Relevanz sind diese, wenn Maßnahmen und Lösungen Personen nahegebracht werden sollen, die nicht mit der Thematik vertraut sind.

## 8 Literaturverzeichnis

**Bertin, Jacques (1982):** Graphische Darstellungen und die graphische Weiterverarbeitung der Information. Berlin, New York: De Gruyter.

**Charwat, Hans Jürgen (1994):** Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation. 2., verb. Aufl. München: Oldenbourg.

**Jung, Volker (1998):** Integrierte Benutzerunterstützung für die Visualisierung in Geo-Informationssystemen. Techn. Univ., Diss.--Darmstadt, 1998. Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verl.

**Little, Arthur D. (2015):** Urban Logistics. How to unlock value from last mile delivery for cities, transporters and retailers. Online verfügbar unter [http://www.ad-little.com/viewpoints.html?&no\\_cache=1&view=715](http://www.ad-little.com/viewpoints.html?&no_cache=1&view=715).

**Mackinlay, Jock Douglas (1987):** Automatic design of graphical presentations. Calif., Stanford Univ., Ph.D.Thesis--Stanford, 1986. Stanford, Calif.: Stanford Univ. Dep. of Computer Science.

**Meyer, Jörn-Axel (1999):** Visualisierung von Informationen. Verhaltenswissenschaftliche Grundregeln für das Management. Wiesbaden: Gabler Verlag. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-663-11762-9>.

**Schumann, Heidrun; Müller, Wolfgang (2000):** Visualisierung. Grundlagen und allgemeine Methoden. Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Hongkong, London, Mailand, Paris, Singapur, Tokio: Springer.

**Statista (2016):** In Städten lebende Bevölkerung in Deutschland und weltweit. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/152879/umfrage/in-staed-ten-lebende-bevoelkerung-in-deutschland-und-weltweit/>, zuletzt geprüft am 10.09.2016.

# IWI Discussion Paper Series/Diskussionsbeiträge

ISSN 1612-3646

- Michael H. Breitner, *Rufus Philip Isaacs and the Early Years of Differential Games*, 36 S., #1, 22. Januar 2003.
- Gabriela Hoppe und Michael H. Breitner, *Classification and Sustainability Analysis of e-Learning Applications*, 26 S., #2, 13. Februar 2003.
- Tobias Brüggemann und Michael H. Breitner, *Preisvergleichsdienste: Alternative Konzepte und Geschäftsmodelle*, 22 S., #3, 14. Februar 2003.
- Patrick Bartels und Michael H. Breitner, *Automatic Extraction of Derivative Prices from Webpages using a Software Agent*, 32 S., #4, 20. Mai 2003.
- Michael H. Breitner und Oliver Kubertin, *WARRANT-PRO-2: A GUI-Software for Easy Evaluation, Design and Visualization of European Double-Barrier Options*, 35 S., #5, 12. September 2003.
- Dorothee Bott, Gabriela Hoppe und Michael H. Breitner, *Nutzenanalyse im Rahmen der Evaluation von E-Learning Szenarien*, 14 S., #6, 21. Oktober 2003.
- Gabriela Hoppe und Michael H. Breitner, *Sustainable Business Models for E-Learning*, 20 S., #7, 05. Januar 2004.
- Heiko Genath, Tobias Brüggemann und Michael H. Breitner, *Preisvergleichsdienste im internationalen Vergleich*, 40 S., #8, 21. Juni 2004.
- Dennis Bode und Michael H. Breitner, *Neues digitales BOS-Netz für Deutschland: Analyse der Probleme und mögliche Betriebskonzepte*, 21 S., #9, 05. Juli 2004.
- Caroline Neufert und Michael H. Breitner, *Mit Zertifizierungen in eine sicherere Informationsgesellschaft*, 19 S., #10, 05. Juli 2004.
- Marcel Heese, Günter Wohlers und Michael H. Breitner, *Privacy Protection against RFID Spying: Challenges and Countermeasures*, 22 S., #11, 05. Juli 2004.
- Liina Stotz, Gabriela Hoppe und Michael H. Breitner, *Interaktives Mobile(M)-Learning auf kleinen Endgeräten wie PDAs and Smartphones*, 31 S., #12, 18. August 2004.
- Frank Köller und Michael H. Breitner, *Optimierung von Warteschlangensystemen in Call Centern auf Basis von Kennzahlenapproximationen*, 24 S., #13, 10. Januar 2005.
- Phillip Maske, Patrick Bartels und Michael H. Breitner, *Interactive M(obile)-Learning with UbiLearn 0.2*, 21 S., #14, 20. April 2005.
- Robert Pomes und Michael H. Breitner, *Strategic Management of Information Security in State-run Organizations*, 18 S., #15, 05. Mai 2005.
- Simon König, Frank Köller und Michael H. Breitner, *FAUN 1.1 User Manual*, 134 S., #16, 04. August 2005.
- Christian von Spreckelsen, Patrick Bartels und Michael H. Breitner, *Geschäftsprozessorientierte Analyse und Bewertung der Potentiale des Nomadic Computing*, 38 S., #17, 14. Dezember 2006.
- Stefan Hoyer, Robert Pomes, Günter Wohlers und Michael H. Breitner, *Kritische Erfolgsfaktoren für ein Computer Emergency Response Team (CERT) am Beispiel CERT-Niedersachsen*, 56 S., #18, 14. Dezember 2006.
- Christian Zietz, Karsten Sohns und Michael H. Breitner, *Konvergenz von Lern-, Wissens- und Personalmanagementssystemen: Anforderungen an Instrumente für integrierte Systeme*, 15 S., #19, 14. Dezember 2006.
- Christian Zietz und Michael H. Breitner, *Expertenbefragung „Portalbasiertes Wissensmanagement“: Ausgewählte Ergebnisse*, 30 S., #20, 05. Februar 2008.
- Harald Schömburg und Michael H. Breitner, *Elektronische Rechnungsstellung: Prozesse, Einsparpotentiale und kritische Erfolgsfaktoren*, 36 S., #21, 05. Februar 2008.
- Halyna Zakhariya, Frank Köller und Michael H. Breitner, *Personaleinsatzplanung im Echtzeitbetrieb in Call Centern mit Künstlichen Neuronalen Netzen*, 35 S., #22, 05. Februar 2008.

# IWI Discussion Paper Series/Diskussionsbeiträge

ISSN 1612-3646

Jörg Uffen, Robert Pomes, Claudia M. König und Michael H. Breitner, *Entwicklung von Security Awareness Konzepten unter Berücksichtigung ausgewählter Menschenbilder*, 14 S., #23, 05. Mai 2008.

Johanna Mählmann, Michael H. Breitner und Klaus-Werner Hartmann, *Konzept eines Centers der Informationslogistik im Kontext der Industrialisierung von Finanzdienstleistungen*, 19 S., #24, 05. Mai 2008.

Jon Sprenger, Christian Zietz und Michael H. Breitner, *Kritische Erfolgsfaktoren für die Einführung und Nutzung von Portalen zum Wissensmanagement*, 44 S., #25, 20. August 2008.

Finn Breuer und Michael H. Breitner, *„Aufzeichnung und Podcasting akademischer Veranstaltungen in der Region D-A-CH“: Ausgewählte Ergebnisse und Benchmark einer Expertenbefragung*, 30 S., #26, 20. August 2008.

Harald Schömburg, Gerrit Hoppen und Michael H. Breitner, *Expertenbefragung zur Rechnungseingangsbearbeitung: Status quo und Akzeptanz der elektronischen Rechnung*, 40 S., #27, 15. Oktober 2008.

Hans-Jörg von Mettenheim, Matthias Paul und Michael H. Breitner, *Akzeptanz von Sicherheitsmaßnahmen: Modellierung, Numerische Simulation und Optimierung*, 30 S., #28, 16. Oktober 2008.

Markus Neumann, Bernd Hohler und Michael H. Breitner, *Bestimmung der IT-Effektivität und IT-Effizienz serviceorientierten IT-Managements*, 20 S., #29, 30. November 2008.

Matthias Kehlenbeck und Michael H. Breitner, *Strukturierte Literaturrecherche und -klassifizierung zu den Forschungsgebieten Business Intelligence und Data Warehousing*, 10 S., #30, 19. Dezember 2009.

Michael H. Breitner, Matthias Kehlenbeck, Marc Klages, Harald Schömburg, Jon Sprenger, Jos Töller und Halyna Zakhariya, *Aspekte der Wirtschaftsinformatikforschung 2008*, 128 S., #31, 12. Februar 2009.

Sebastian Schmidt, Hans-Jörg v. Mettenheim und Michael H. Breitner, *Entwicklung des Hannoveraner Referenzmodells für Sicherheit und Evaluation an Fallbeispielen*, 30 S., #32, 18. Februar 2009.

Sissi Eklun-Natey, Karsten Sohns und Michael H. Breitner, *Buildung-up Human Capital in Senegal - E-Learning for School drop-outs, Possibilities of Lifelong Learning Vision*, 39 S., #33, 01. Juli 2009.

Horst-Oliver Hofmann, Hans-Jörg von Mettenheim und Michael H. Breitner, *Prognose und Handel von Derivaten auf Strom mit Künstlichen Neuronalen Netzen*, 34 S., #34, 11. September 2009.

Christoph Polus, Hans-Jörg von Mettenheim und Michael H. Breitner, *Prognose und Handel von Öl-Future-Spreads durch Multi-Layer-Perceptrons und High-Order-Neuronalnetze mit Faun 1.1*, 55 S., #35, 18. September 2009

Jörg Uffen und Michael H. Breitner, *Stärkung des IT-Sicherheitsbewusstseins unter Berücksichtigung psychologischer und pädagogischer Merkmale*, 37 S., #36, 24. Oktober 2009.

Christian Fischer und Michael H. Breitner, *MaschinenMenschen – reine Science Fiction oder bald Realität?* 36 S., #37, 13. Dezember 2009.

Tim Rickenberg, Hans-Jörg von Mettenheim und Michael H. Breitner, *Plattformunabhängiges Softwareengineering eines Transportmodells zur ganzheitlichen Disposition von Strecken- und Flächenverkehren*, 38 S., #38, 11. Januar 2010.

Björn Semmelhaack, Jon Sprenger und Michael H. Breitner, *Ein ganzheitliches Konzept für Informationssicherheit unter besonderer Berücksichtigung des Schwachpunktes Mensch*, 56 S., #39, 03. Februar 2009.

Markus Neumann, Achim Plückebaum, Jörg Uffen und Michael H. Breitner, *Aspekte der Wirtschaftsinformatikforschung 2009*, 70 S., #40, 12. Februar 2010.

Markus Neumann, Bernd Hohler und Michael H. Breitner, *Wertbeitrag interner IT – Theoretische Einordnung und empirische Ergebnisse*, 38 S., #41, 31. Mai 2010.

Daniel Wenzel, Karsten Sohns und Michael H. Breitner, *Open Innovation 2.5: Trendforschung mit Social Network Analysis*, 46 S., #42, 01. Juni 2010.

Naum Neuhaus, Karsten Sohns und Michael H. Breitner, *Analyse der Potenziale betrieblicher Anwendungen des Web Content Mining*, 44 S., #43, 08. Juni 2010.

# IWI Discussion Paper Series/Diskussionsbeiträge

ISSN 1612-3646

Ina Friedrich, Jon Sprenger und Michael H. Breitner, *Discussion of a CRM System Selection Approach with Experts: Selected Results from an Empirical Study*, 22 S., #44, 15. November 2010.

Jan Bührig, Angelica Cuylen, Britta Ebeling, Christian Fischer, Nadine Guhr, Eva Hagenmeier, Stefan Hoyer, Cornelius Köpp, Lubov Lechtchinskaia, Johanna Mählmann und Michael H. Breitner, *Aspekte der Wirtschaftsinformatikforschung 2010*, 202 S., #45, 03. Januar 2011.

Philipp Maske und Michael H. Breitner, *Expertenbefragung: Integrierte, interdisziplinäre Entwicklung von M(obile)-Learning Applikationen*, 42 S., #46, 28. Februar 2011.

Christian Zietz, Jon Sprenger und Michael H. Breitner, *Critical Success Factors of Portal-Based Knowledge Management*, 18 S., #47, 04. Mai 2011.

Hans-Jörg von Mettenheim, Cornelius Köpp, Hannes Munzel und Michael H. Breitner, *Integrierte Projekt- und Risikomanagementunterstützung der Projektfinanzierung von Offshore-Windparks*, 18 S., #48, 22. September 2011.

Christoph Meyer, Jörg Uffen und Michael H. Breitner, *Discussion of an IT-Governance Implementation Project Model Using COBIT and Val IT*, 18 S., #49, 22. September 2011.

Michael H. Breitner, *Beiträge zur Transformation des Energiesystems 2012*, 31 S., #50, 12. Februar 2012.

Angelica Cuylen und Michael H. Breitner, *Anforderungen und Herausforderungen der elektronischen Rechnungsabwicklung: Expertenbefragung und Handlungsempfehlungen*, 50 S., #51, 05. Mai 2012

Helge Holzmann, Kim Lana Köhler, Sören C. Meyer, Marvin Osterwold, Maria-Isabella Eickenjäger und Michael H. Breitner, *Plinc. Facilitates linking. – Ein Accenture Campus Challenge 2012 Projekt*, 98 S., #52, 20. August 2012.

André Koukal und Michael H. Breitner, *Projektfinanzierung und Risikomanagement Projektfinanzierung und Risikomanagement von Offshore-Windparks in Deutschland*, 40 S., #53, 31. August 2012.

Halyna Zakhariya, Lubov Kosch und Michael H. Breitner, *Concept for a Multi-Criteria Decision Support Framework for Customer Relationship Management System Selection*, 14 S., #55, 22. Juli 2013.

Tamara Rebecca Simon, Nadine Guhr und Michael H. Breitner, *User Acceptance of Mobile Services to Support and Enable Car Sharing: A First Empirical Study*, 19 S., #56, 01. August 2013.

Tim A. Rickenberg, Hans-Jörg von Mettenheim und Michael H. Breitner, *Design and implementation of a decision support system for complex scheduling of tests on prototypes*, 6 S. #57, 19. August 2013.

Angelica Cuylen, Lubov Kosch, Valentina, Böhm und Michael H. Breitner, *Initial Design of a Maturity Model for Electronic Invoice Processes*, 12 S., #58, 30. August 2013.

André Voß, André Koukal und Michael H. Breitner, *Revenue Model for Virtual Clusters within Smart Grids*, 12 S., #59, 20. September 2013.

Benjamin Küster, André Koukal und Michael H. Breitner, *Towards an Allocation of Revenues in Virtual Clusters within Smart Grids*, 12 S., #60, 30. September 2013.

My Linh Truong, Angelica Cuylen und Michael H. Breitner, *Explorative Referenzmodellierung interner Kontrollverfahren für elektronische Rechnungen*, 30 S., #61, 01. Dezember 2013.

Cary Edwards, Tim Rickenberg und Michael H. Breitner, *Innovation Management: How to drive Innovation through IT – A conceptual Mode*, 34 S., #62, 29. November 2013.

Thomas Völk, Kenan Degirmenci und Michael H. Breitner, *Market Introduction of Electric Cars: A SWOT Analysis*, 13 S., #63, 11. Juli 2014.

Cary Edwards, Tim A. Rickenberg und Michael H. Breitner, *A Process Model to Integrate Data Warehouses and Enable Business Intelligence: An Applicability Check within the Airline Sector*, 14 S., #64, 11. November 2014.

Mina Baburi, Katrin Günther, Kenan Degirmenci und Michael H. Breitner, *Gemeinschaftsgefühl und Motivationshintergrund: Eine qualitative Inhaltsanalyse im Bereich des Elektro-Carsharing*, 53 S., #65, 18. November 2014.

# IWI Discussion Paper Series/Diskussionsbeiträge

ISSN 1612-3646

Mareike Thiessen, Kenan Degirmenci und Michael H. Breitner, *Analyzing the Impact of Drivers' Experience with Electric Vehicles on the Intention to Use Electric Carsharing: A Qualitative Approach*, 22 S., #66, 2. Dezember 2014.

Mathias Ammann, Nadine Guhr und Michael H. Breitner, *Design and Evaluation of a Mobile Security Awareness Campaign – A Perspective of Information Security Executives*, 22 S., #67, 15. Juni 2015.

Raphael Kaut, Kenan Degirmenci und Michael H. Breitner, *Elektromobilität in Deutschland und anderen Ländern: Vergleich von Akzeptanz und Verbreitung*, 75 S., #68, 29. September 2015.

Kenan Degirmenci und Michael H. Breitner, *A Systematic Literature Review of Carsharing Research: Concepts and Critical Success Factors*, 12 S., #69, 29. September 2015.

Theresa Friedrich, Nadine Guhr und Michael H. Breitner, *Führungsstile: Literaturrecherche und Ausblick für die Informationssicherheitsforschung*, 29 S., #70, 29. November 2015.

Maximilian Kreutz, Phillip Lüpke, Kathrin Kühne, Kenan Degirmenci und Michael H. Breitner, *Ein Smartphone-Bonussystem zum energieeffizienten Fahren von Carsharing-Elektrofahrzeugen*, 11 S., #71, 09. Dezember 2015.

Marc-Oliver Sonneberg, Danny Wei Cao und Michael H. Breitner, *Social Network Usage of Financial Institutions: A SWOT Analysis based on Sparkasse*, 12 S., #72, 14. Januar 2016.

Jan Isermann, Kathrin Kühne und Michael H. Breitner, *Comparison of Standard and Electric Carsharing Processes and IT-Infrastructures*, 21 S., #73, 19. Februar 2016.

Sonja Dreyer, Sören C. Meyer und Michael H. Breitner, *Development of a Mobile Application for Android to Support Energy-Efficient Driving of Electric Vehicles*, 15 S., #74, 29. Februar 2016.

Claudia M. König und Michael H. Breitner, *Abschlussbericht des KIQS-Projekts „Verbesserung der Koordination von, der Interaktion Studierende- Lehrende in und der Integration aller Lehrinhalte in sehr großer/n Lehrveranstaltungen im Bachelor Grundstudium“*, 45 S., #75, 17. April 2016.

Wilhelm G. N. Jahn, Kenan Degirmenci und Michael H. Breitner, *Portallösungen für Elektro-Carsharing: Stakeholderanalyse und Konzepte*, 94 S., #76, 12. Mai 2016.

Mareike Thiessen, Kenan Degirmenci und Michael H. Breitner, *Electric Carsharing Usage and Shifting Effects between Public Transport, Car Ownership, Carsharing, and Electric Carsharing: A Data Mining Analysis and a Survey of Electric Carsharing Users*, 188 S., #77, 12. Mai 2016.

Bjarne Neels, Marc-Oliver Sonneberg und Michael H. Breitner, *IKT-basierte Geschäftsmodellinnovationen im Gütertransport: Marktübersicht und Analyse*, 38 S., #78, 6. Oktober 2016.

Ines-Jacqueline Thurk, Nadine Guhr und Michael H. Breitner, *Unterstützung des Wissensmanagements mit Electronic Learning – Eine Literaturanalyse*, 22 S., #79, 30. Oktober 2016.

Vi Kien Dang, Marc-Oliver Sonneberg und Michael H. Breitner, *Analyse innovativer Logistikkonzepte für urbane Paketdienstleister*, 66 S., #80, 3. November 2016.