

Räumliche und zeitliche Verdichtungen von Fahrraddiebstählen durch Visualisierungen mit Markern oder als Heatmap auf interaktiven Karten

1. Einleitung

Straftaten, auch Fahrraddiebstähle, sollen nicht nur verfolgt, sondern bereits im Vorfeld verhindert werden. Gelingt es die Vorgehensweise krimineller Banden und typischer Einzeltäter*innen zu erfassen, können Vorhersagen zu möglichen Diebstählen getroffen und Diebstähle dadurch vorgebeugt werden. Bei entsprechender Sensibilisierung der Radbesitzer*innen helfen geeignete Präventionsmaßnahmen, Fahrraddiebstähle zu erschweren und zu verhindern.

Die Vorhersage von Straftaten basiert auf der Auswertung historischer Deliktsdaten vergleichbarer Straftaten. Die Computertechnik ist heutzutage mittels verschiedener softwaregestützter Vorhersagemodelle und visueller Darstellungen in der Lage praxistaugliche Hilfsmittel für den Polizeieinsatz zur Verfügung zu stellen. Die Datenvisualisierung erfolgt mit Hilfe mathematischer Algorithmen. Zur Anwendung kommen dabei Visualisierungen mittels Markern und Heatmaps. Heatmaps sind zweidimensionale Abbildungen, ähnlich den Aufnahmen von Wärmebildkameras. Heatmaps ermöglichen einen schnellen Überblick über große Datenmengen. Eine Farbkodierung lässt Diebstahlschwerpunkte deutlich erkennen.

2. Zielstellung

Ziel ist die Konzeption und Umsetzung einer prototypischen Webanwendung zur Visualisierung von Trackingdaten gestohlen gemeldeter Fahrräder auf einer interaktiven Karte für Berlin. Damit soll der zuständigen Polizei die Möglichkeit gegeben werden, Standorte und Transportwege dieser Fahrräder effektiv zu erfassen und nachzuvollziehen. Ausgegangen wird von der These, dass eine solche kartografische Sichtbarmachung zeitlicher und räumlicher Häufung von Diebstählen einen Mehrwert für die präventive Polizeiarbeit bringt. Anonymi-

1 Martin Scholz hat seine Bachelorarbeit begleitend zum Projekt FindMyBike geschrieben.
2 Prof. Dr. Gudrun Görlitz hat das Projekt FindMyBike für den Bereich Informatik geleitet.

sierter GPS-Trackingdaten werden so in einer Webanwendung visualisiert, dass Gegenden und Zeiten mit hoher Diebstahldichte schnell erkannt werden können und damit eine Entscheidungshilfe für polizeiliche Präventionsmaßnahmen zur Verfügung steht. Solche Maßnahmen können Hinweise auf Diebstahl-Hotspots im öffentlichen Raum oder eine Erhöhung der Polizeipräsenz an einschlägigen Orten und zu diebstahlintensiven Zeiten sein. Die Darstellung des Endpunktes eines Fahrrad-Tracks gibt Aufschluss über die aktuelle Position des identifizierten Fahrrades. Anhand der Position kann ein gestohlen gemeldetes Fahrrad aufgefunden werden.

Die Webanwendung soll so personalisiert werden können, dass zwischen verschiedenen Darstellungsformen (Marker, Heatmaps und Marker-Cluster) gewählt werden kann. Die Eingabe von Zeitabschnitten lässt unterschiedliche Fahrraddiebstahlaktivitäten an bestimmten Tagen oder Tageszeiten sichtbar werden. Eine Datenauswertung in Form eines Warnhinweises soll zusätzliche Informationen liefern. Die Benutzerin oder der Benutzer wird beim Start der Anwendung informiert, wenn ein beliebig einstellbarer Schwellenwert (z. B. Zahl der Diebstähle im Zeitraum der letzten sieben Tage) überschritten wird.

Die Basis der Anwendung ist eine Datenbank mit den GPS-Trackingdaten gestohlen gemeldeter Fahrräder. Die Kartierung soll es ermöglichen, Diebstahlswahrscheinlichkeiten kleinräumig zuzuordnen.

3. Prävention Fahrraddiebstahl

Unterschiedliche Strategien und Konzepte, die im Folgenden vorgestellt werden, helfen Fahrraddiebstählen vorzubeugen.

3.1 Fahrradsicherung

Zur Verhinderung von Fahrraddiebstählen tragen die Eigentümer*innen durch eine geeignete Sicherung ihrer Fahrräder bei. Der Allgemeine Deutsche Fahrrad Club (ADFC)³ und die Polizei informieren auf ihren Webseiten aktuell über Sicherungskonzepte für Fahrräder. Die Polizei betreibt ein bundesländerübergreifendes Webportal „Polizeiliche Kriminalprävention der Länder und des Bundes“⁴, um die örtlichen Polizeibehörden online und mit Flyern bzgl. der Sicherung von Fahrrädern zu unterstützen.

3 ADFC, o.J.

4 Polizeiliche Kriminalprävention der Länder und des Bundes, 2021.

3.1.1 Anschließen von Fahrrädern

Die Polizei berät in ihrem Webportal „Polizeiliche Kriminalprävention der Länder und des Bundes“, dass Fahrräder mit „stabilen Bügelschlössern und Panzerkabeln [...] am Rahmen und an beiden Rädern an einem festen Gegenstand“ angeschlossen werden sollen.⁵

An manchen Diebstahlschwerpunkten weisen auf den Boden gesprühte Piktogramme auf die Gefahr des Fahrraddiebstahls hin und erinnern an das Sichern von Fahrrädern.

3.1.2 Fahrradcodierung und Fahrradpass

Bei der Fahrradcodierung wird nach Vorlage eines Eigentumsnachweises ein alphanumerischer Code mit einem ablösegesicherten Klebeetikett angebracht oder in den Rahmen eingeprägt. Die personenbezogene Codierung enthält die verschlüsselte Anschrift anhand derer die Polizei und Fundbüros den Eigentümer bzw. die Eigentümerin des Fahrrads feststellen können. Eine Fahrradcodierung erschwert den Weiterverkauf eines gestohlenen Rades und trägt zur Senkung der Diebstähle bei.⁶⁷

Die Fahrradcodierung wird zusätzlich zu den von den Herstellern eingestanzten Rahmennummer angebracht. Da die Hersteller die Rahmennummern nicht systematisch und eindeutig vergeben und es keine zentrale Nummerndatei gibt, ist eine Zuordnung eines Fahrrads zu seinem Eigentümer oder seiner Eigentümerin nicht immer gewährleistet, wie der Allgemeine Deutsche Fahrrad-Club (ADFC) bemängelt.⁸

Die Polizei empfiehlt deshalb die Codierung in einen sogenannten Fahrradpass zusammen mit der Rahmennummer des Fahrrads und den persönlichen Daten der Eigentümerin oder des Eigentümers einzutragen. Darüber hinaus gehört ein Foto des Fahrrads dazu. Den Fahrradpass gibt es als Printversion und App⁹.

3.1.3 Trackingsysteme für Fahrräder

Fahrradflottenunternehmen statten ihre Fahrräder mit GPS-Trackern aus, um das Flottenmanagement (Ausleihen, Abrechnen) zu vereinfachen. Auch werden höherpreisige Fahrräder zunehmend mit GPS-Trackern ausgerüstet, um Zusatz-

5 Polizeiliche Kriminalprävention der Länder und des Bundes 2021.

6 ADFC o.J.

7 Polizeiliche Kriminalprävention der Länder und des Bundes o.J.

8 ADFC o.J.

9 Polizeiliche Kriminalprävention der Länder und des Bundes o.J.

leistungen durch verschiedene App-Services anzubieten zu können. Hierzu gehört auch eine Verfolgung im Diebstahlfall. Mittels GPS-Technologie können Gegenstände in Echtzeit geortet werden. Der Eigentümer bzw. die Eigentümerin wird per SMS informiert, wenn das Fahrrad beispielsweise über einen definierten Bereich hinaus bewegt wird. Die Benutzerinformation mit der genauen Position des Fahrrades erfolgt mit Hilfe von GPS und über Mobilfunk (GSM). In einstellbaren Zeitintervallen können die Positionsdaten an autorisierte Handys oder an ein Trackingportal übertragen und visualisiert werden. Der Service des Anbieters beinhaltet eine Routen-Aufzeichnung und Speicherung im GPX-Format.

Der Tracker, der aus einer relativ kleinen Leiterplatte besteht, wird häufig so im bzw. am Fahrrad verbaut, dass dieser sich nicht von gängigem Fahrradzubehör unterscheidet. Der Tracker muss hierzu mit einer SIM-Karte bestückt sein. Die Stromversorgung erfolgt über Batterien unterschiedlicher Kapazität oder es wird der Dynamo über einen zusätzlich zu montierenden Laderegler genutzt.

3.2 Predictive Policing

Unter Predictive Policing, übersetzt „vorhersagende Polizeiarbeit“, versteht man die IT-gestützte Ermittlung der Auftrittswahrscheinlichkeit zukünftiger Straftaten an bestimmten Orten zu bestimmten Zeiten. Durch diesen Raum- und Zeitbezug erhält die strategische polizeiliche Einsatzplanung zur Prävention eine konkrete Unterstützung.^{10,11} „Grundlage dieses Vorgehens ist die Verarbeitung großer Datenmengen aus detaillierten Lagebildern, aktuellen Ereignissen,“ geografischen und soziologischen sowie „allgemein zugänglichen Daten und zukünftig auch Sensordaten auf Basis von wissenschaftlichen Theorien zur Mustererkennung.“¹² Um verlässliche Prognosen zu erhalten, muss die Datenbasis ständig aktuell und fehlerfrei sein. Fehlerhafte und unvollständige Daten führen zu falschen Prognosen. Data Mining ist die Methode, die zur Gewinnung von Informationen aus den Daten (Strukturen, Zusammenhänge) angewendet wird. Die Data-Mining-Methode lässt sich vereinfachend als eine Verbindung aus statistischer Modellbildung, Datenspeicherung und Techniken der künstlichen Intelligenz beschreiben. Data-Mining umfasst demzufolge mehrere Schritte, von der Zusammenstellung der Daten, beispielsweise dem Anlegen einer Datenbank, über die Analyse der Daten, bis zum Ergebnis, das zum Beispiel aus Begriffslisten oder Clusterdarstellungen bestehen kann. Visuali-

10 Landeskriminalamt NRW 2018.

11 Rolfes 2017, S. 52

12 Tiemann 2016.

sierte Datenbezüge wie etwa Cluster oder auch Kartierungen unterstützen beim Predictive Policing das Aufdecken krimineller Muster¹³.

In Deutschland wurde im Landeskriminalamt Nordrhein-Westfalen im Zeitraum von 2015 bis 2018 im Rahmen des SKALA-Projekts die Nutzung der vorhersagende Polizeiarbeit im praktischen Polizeieinsatz erforscht. Dabei ging es darum, durch Korrelation von Einbruchdiebstählen mit Geodaten vorherzusagen, wo und wann sich Einbruchserien voraussichtlich fortsetzen werden, um diese zu stoppen. Für solche Analysen werden polizeiliche Daten wie Tatzeiten, Tatorte und Vorgehensweisen bei Einbrüchen genutzt. Diese Daten werden durch soziostrukturelle Daten von Wohngebieten wie beispielsweise Bebauung, Einkommensstruktur oder Verkehrsinfrastruktur erweitert.¹⁴¹⁵

4. Datenvisualisierung

Um Muster, Strukturen und Beziehungen in Datenmengen besser zu erkennen als in textlichen Datenauswertungen, werden Daten grafisch aufbereitet, um sie visuell erfassbar zu machen. Unterstützt wird der Prozess der Datenvisualisierung durch zahlreiche Computerprogramme. Demzufolge ist die Palette der grafischen Darstellungsmöglichkeiten breit gefächert und umfasst neben den bekannten Balken- und Kreisdarstellungen auch Flächendiagramme, verschiedenartige Kurvenabbildungen, geografische Karten, Marker- und Heatmap- sowie Clusterdarstellungen.

4.1 Prozess der IT-gestützten Datenvisualisierung

Eine Visualisierung stellt bereits eine Interpretation dar. Sie soll die ausgewählten Daten zunächst sinnvoll anordnen bzw. strukturieren (Datenexploration) und sie dann in anschaulicher Form visualisieren, wodurch sich Muster in großen Datenmengen erkennen lassen. Die Verknüpfung von Visualisierungstechniken mit Data-Mining wird als „Visual Data-Mining“ bezeichnet.¹⁶ Das Referenzmodell von Shneidermann¹⁷ schlägt für den Transformationsprozess von den Rohdaten zur visualisierten Darstellung, folgende drei Schritte vor:

13 Nath 2006, S. 41-44.

14 Landeskriminalamt NRW 2018.

15 Schürmann 2015.

16 Krypczyk 2014.

17 Card/Mackinlay/Shneiderman 1999, S. 321ff

1. Transformation der Rohdaten in strukturierte Daten

Die Rohdaten liegen meist in sehr unterschiedlichen Formaten, oftmals auf verschiedenen Datenträgern vor. Im ersten Schritt sind die Rohdaten deshalb in ein computerlesbares, strukturiertes Format zu überführen.

2. Visuelles Mapping

Im zweiten Schritt wird die grafische Visualisierung (visuelles Mapping) ausgewählt. Anhand der zahlreichen grafischen Möglichkeiten ist ein inhaltlich adäquates und ausdrucksstarkes Mapping zu entwickeln.

3. View-Transformation

Im dritten Schritt werden die unter 2. erarbeiteten grafischen Visualisierungen in konkrete Darstellungen umgesetzt. Hierzu gehört auch die Implementierung der Benutzerinteraktionen wie beispielsweise die Möglichkeit in die Abbildungen hinein zu zoomen.

4.2 Verbrechenskartierung

Verbrechenskartierung (engl. crime mapping) bezeichnet die kartographische Visualisierung kriminalitätsbezogener Daten. In zahlreichen Polizeidienststellen wurde Software installiert, mittels derer Kriminalgeografen Lagebilder durch Verknüpfung von zeitbasierten Geodaten mit tatbezogenen und täterbezogenen Daten auf einer Landkarte erstellen. Die „geographische Komponente erweitert die Analyse- und Darstellungsmöglichkeiten durch schnelle visuelle Erfassung und die Integration wichtiger räumlicher Basisdaten.“¹⁸ „Der entscheidende Vorteil liegt vor allem in der gelungenen Verbindung zwischen optisch leicht zu erfassendem und schnell zu generierendem Ergebnis sowie dem darin enthaltenen Analysevorgang. Die verfügbaren kriminalitätsbezogenen Daten können dabei unter räumlichen Aspekten in einer Vielzahl von Kombinationen abgefragt und aufbereitet werden.“¹⁹

Mittels Verbrechenskartierung wird der präventive Bereich der Polizeiarbeit unterstützt. Durch Verbrechenskartierung sind Gebiete mit hoher Straftatenkonzentration, sogenannte Hotspots, identifizierbar.²⁰ Dabei können auch Serien von Taten identifiziert werden, die den vor Ort tätigen Spurensuchern nicht auffallen würden. Verbrechenskartierung wird von Polizeibehörden für

18 Orkon/Weinreich 2013.

19 Orkon/Weinreich 2013.

20 Zou 2014, S. 227.

die interne Informationsverarbeitung genutzt. Es existieren auch öffentliche Webseiten, auf denen zur Anzeige gebrachte Straftaten auf einer Karte visualisiert werden können, filterbar nach Art der Straftat, Region und Zeitraum.

Eine Verbrechenskarte mit den Daten der „City of London Police“ lässt sich beispielsweise auf deren Webseite im Bereich „Community Policing“ aufrufen²¹. Nachdem ein Polizeiabschnitt ausgewählt wurde, erscheint eine Auswahlliste für Monate und eine für den „crime type“. Beispielhaft sind in Abbildung 1 links Fahrraddiebstähle auf einer Karte mit Marker-Clustern innerhalb polizeilicher Abschnittsgrenzen visualisiert, die rechte Abbildung zeigt die Diebstähle im Umkreis von einer Meile, ausgehend von einem definierten Abschnittsmittelpunkt.

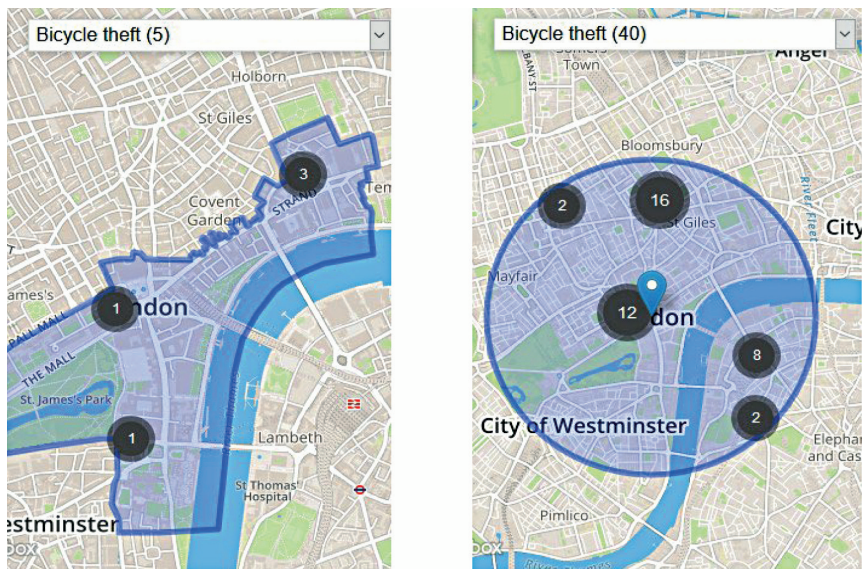


Abb. 1: Visualisierung von Fahrraddiebstählen durch Marker-Cluster (Beispiel London): Links in einem ausgewählten Polizeiabschnitt, rechts im 1-Meilen-Radius²²

21 City of London Police o.J.

22 City of London Police o.J.

Neben den positiven Aspekten sich mittels Verbrechenskarten im Internet informieren zu können, soll auch auf die Gefahren hingewiesen werden. So werden mit Verbrechenskarten Orte vermeintlich als „objektiv sicher oder unsicher“ eingestuft, was der sozialen Ausgrenzung Vorschub leisten kann.²³ Wenn Betreiber privater Mapping-Webseiten unter Missachtung von Datenschutz und ohne überprüfbare Kriterien, Delikte auf interaktiven Karten veröffentlichen, werden schnell Einzelpersonen diskriminiert.

5. Konzeption einer Webanwendung zur interaktiven Visualisierung von Fahrraddiebstählen

Die IT-Vorgehensweise zur Konzeption und Implementierung einer interaktiven Webanwendung zur Visualisierung von Trackingdaten gestohlenen gemeldeter Fahrräder wird in diesem und dem folgenden Kapitel dargelegt.

5.1 Szenarien

Jedem Diebstahl liegt ein Tatverhalten zugrunde, das durch die Visualisierung der Positions- und der Trackingdaten teilweise nachvollzogen werden kann. Jedem Tatverhalten einer Fahrraddiebin, eines Fahrraddiebes oder einer Gruppe von Dieb*innen steht ein Wissensbedarf der Strafverfolgungsbehörden gegenüber. Durch eine geeignete Darstellung der Daten kann das Wissen der Behörde erweitert werden. Bei einer kartografischen Auswertung von Trackingdaten gestohlener Fahrräder auf einer interaktiven Karte sind elf verschiedene Szenarien denkbar (siehe Abbildung 2).

23 Rötzer 2009.

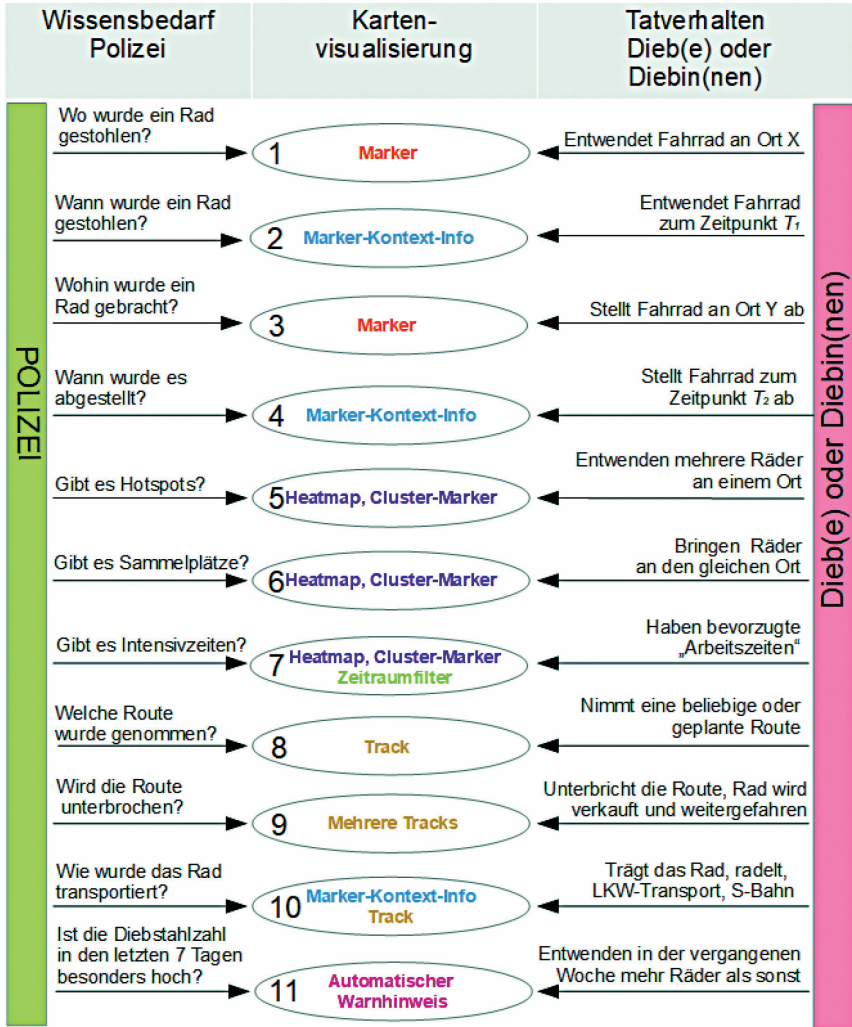


Abb. 2: Szenarien zur Visualisierung von Daten gestohlen gemeldeter Fahrräder (Grafik: M. Scholz)

5.2. Darstellungsmöglichkeiten

Aus den 11 Szenarien werden folgende sechs Darstellungsmöglichkeiten abgeleitet:

1. **Marker** visualisieren den Diebstahlort oder den Standort eines Fahrrades.
2. **Kontextinformationen** liefern Information darüber
 - um welches Fahrrad es sich handelt (Fahrrad-ID)
 - wie das Rad transportiert wurde (Geschwindigkeit)
 - wann das Rad gestohlen und wann es abgestellt wurde.
3. **Heatmaps** und **Cluster-Marker** visualisieren die geografische Verteilung von Diebstählen.
4. **Heatmaps** und **Cluster-Marker** in Verbindung mit **Zeitraumfilter** visualisieren die zeitliche Verteilung von Diebstählen.
5. **Tracks** in Form von Polygonzügen sowie **Start- und Endmarker** visualisieren den Transportweg eines gestohlenen Fahrrades und können einen Hinweis auf die Transportart geben.
6. Ein modales Fenster mit einem **Warnhinweis** und der **Anzahl der gestohlenen Fahrräder** der vergangenen Woche wird automatisch angezeigt.

5.3 Softwarearchitektur

Die Architektur der entwickelten Anwendung basiert auf einem dreischichtigen Client-Server-Modell, bestehend aus der Präsentationsschicht, der Fachlogikschicht und der Datenhaltungsschicht, die an ein Datenbanksystem angebunden ist.

Die oberste Schicht ist die Präsentationsschicht, in der alle Komponenten realisiert werden, mit denen der Benutzende mit dem Programm interagiert.

Die mittlere Schicht ist die Fachlogikschicht, in der die Benutzereingaben verarbeitet, die Benutzerausgaben erzeugt und die Zugriffe auf die Datenbank verwaltet werden. Da die Fachlogik größtenteils clientseitig stattfindet, handelt es sich bei dieser Anwendung um eine Client-zentrierte Webanwendung (Rich Internet Application). In dieser Schicht befinden sich alle statischen Ressourcen (JavaScript, CSS) und alle Abfrage-Routinen zur Erstellung von Aggregationen, wie z. B. die Arrays mit den Koordinaten der Diebstahlorte für einen bestimmten Zeitraum.

In der unteren Ebene, der sogenannten Datenhaltungsschicht, erfolgt das Speichern der Trackingdaten und eines Schwellenwertes für den Warnhinweis in einer MongoDB-Datenbank. Mit *NodeJS* wird eine Ausführungsumgebung für JavaScript genutzt, die unabhängig von einem Browser lauffähig ist und sich deshalb für die Implementierung eines Webservers eignet.

Die Anwendung besteht idealerweise aus einer einzigen HTML-Seite (single-page application), deren Inhalte dynamisch nachgeladen werden.

6. Implementierung

Für die verschiedenen Visualisierungen von Fahrraddiebstählen mit Markern, Heatmaps und Marker-Clustern wurden drei Ebenen (vgl. Abbildung 3) implementiert:

- Marker-Ebene
- Heatmap-Ebene
- Marker-Cluster-Ebene

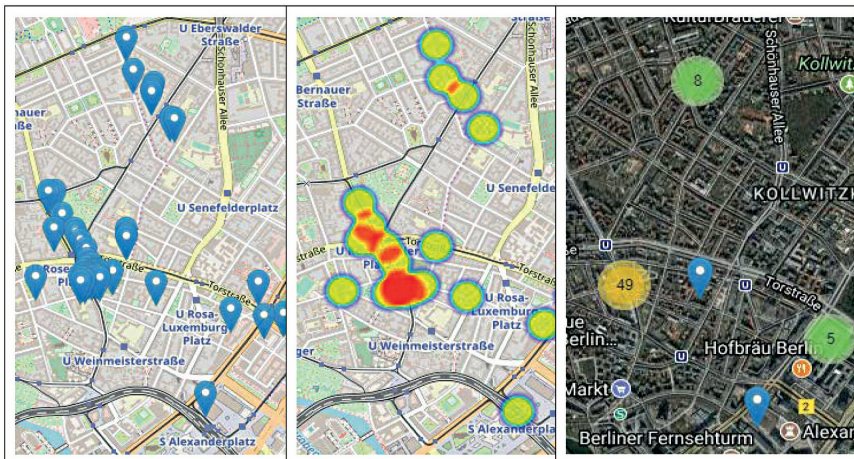


Abb. 3: Screenshots der prototypischen Anwendung: Karten-Ausschnitte mit Markern (links), als Heatmap (mitte), mit Cluster-Markern (rechts)

Abbildung 4 zeigt einen Screenshot mit der Seitenstruktur der Anwendung. Im rechten Teil wird die Straßenkarte mit den Positionen gestohlen gemeldeter Fahrräder angezeigt. Der linke Bereich ist als Sidebar mit Eingabe- und Steuerelementen realisiert. Hier kann bezüglich eines Zeitraums gefiltert, durch Eingabe der Fahrrad-ID nach einem einzelnen Rad gesucht oder ein Schwellenwert für die Zahl der Diebstähle in den letzten sieben Tagen festgelegt werden. Im

Screenshot ist ein Warnhinweis zu sehen, wie er im Fall einer Überschreitung des Schwellenwerts angezeigt wird.

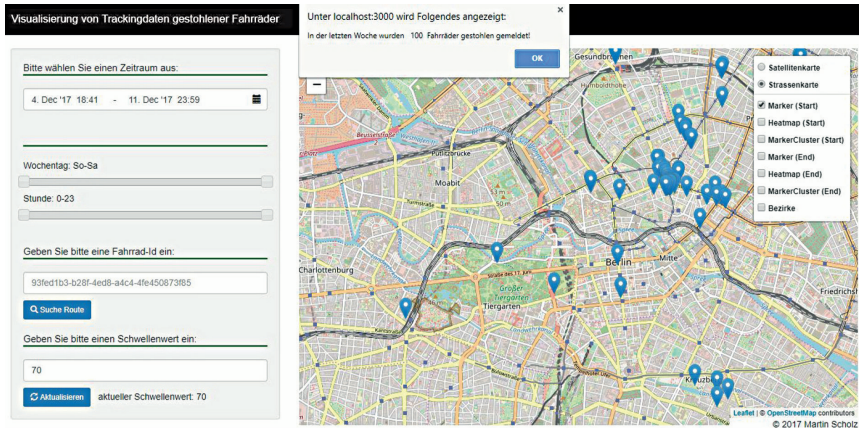


Abb. 4: Screenshot der prototypischen Anwendung: Seitenstruktur und Alert-Box mit Warnhinweis

Für die Visualisierung der Route eines Fahrrads (siehe Abbildung 5) werden jeweils zwei Marker durch eine Linie verbunden, so dass die Route durch einen Polygonzug abgebildet wird. Durch Klicken auf einen Marker wird die Route auf der Karte angezeigt. Eine Route kann auch mittels einer Routensuche durch Eingabe einer Fahrrad-ID angezeigt werden. Zusätzliche Textinformationen zu Zeitpunkt, Fahrrad-ID und Transportart sind mittels Pop-ups an den Markern abrufbar. Auf die Transportart wird aus der Geschwindigkeit geschlossen. Höhere Geschwindigkeiten lassen beispielsweise auf eine Beförderung per Autotransporter schließen. Durch die Pop-ups erhalten die Textinformationen einen eindeutigen Raumbezug und die Marker durch Start- und Endzeiten ihren Zeitbezug.

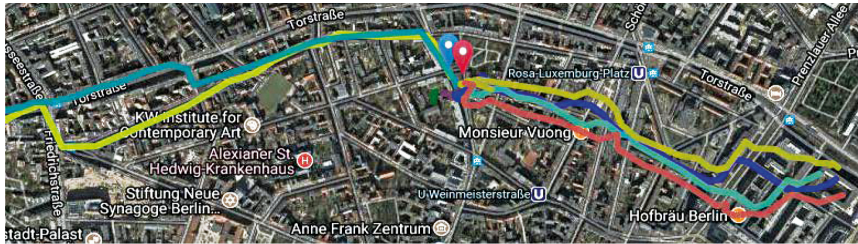


Abb. 5: Screenshot der prototypischen Anwendung: Karten-Ausschnitt einer Routenvisualisierung

7. Zusammenfassung

Die vorgestellte prototypische Anwendung zeigt, wie die Visualisierung von Tracking-Daten gestohlener Fahrräder auf einer interaktiven Karte zum Auffinden gestohlener, mit GPS-ausgestatteter Fahrräder sowie als Entscheidungsgrundlage für Präventionsmaßnahmen bei der Polizei dienen kann.

Der praxistaugliche Einsatz einer solchen Anwendung im Polizeibetrieb setzt voraus, dass eine Datenbank mit Trackingdaten gestohlener Fahrräder vorhanden ist. Alle Diebstahldaten sind zeitnah einzupflegen, andernfalls sind die vom System erzeugten Visualisierungen nicht hinreichend aussagefähig und gegebenenfalls sogar fehlerhaft. Wiederaufgefundene Fahrräder sind ebenfalls zeitnah im Datensystem einzutragen, da sonst Fahrräder gesucht (und gefunden) werden, die nicht mehr als gestohlen gemeldet sind.

Als Prototyp mit eigenem Webserver und eigener Datenbank ist die Anwendung unabhängig von einem polizeilichen Verwaltungssystem lauffähig. Unter Beibehaltung der Datenstruktur der verwendeten Trackingdaten ist die Anbindung des Prototyps über seine HTTP-Schnittstellen an ein polizeiliches Softwaresystem möglich.

Literatur

- ADFC (o. J.-a) Thema: Diebstahl vermeiden. ADFC Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e. V. <https://www.adfc.de/themen/im-alltag/diebstahlvermeidung> (letzter Aufruf: 20.02.2019).
- ADFC (o. J. -b) Fahrrad-Codierung. ADFC Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club <https://www.adfc.de/artikel/fahrrad-codierung> (letzter Aufruf: 20.02.2019).
- Card, Stuart K., Mackinlay, Jock, Shneiderman, Ben (1999) Readings in Information Visualization: Using Vision to Think (Interactive Technologies). Morgan Kaufman-Verlag.

- City of London Police (o. J.): Crime map. Police.uk. <https://www.police.uk/your-area/city-of-london-police/community-policing/?tab=CrimeMap> (letzter Aufruf: 20.02.2019).
- Landeskriminalamt NRW (2018) Abschlussbericht Projekt SKALA. Düsseldorf. https://polizei.nrw/sites/default/files/2018-07/180628_Abschlussbericht_SKALA.PDF (letzter Aufruf: 20.02.2019).
- Nath, Shyam Varan (2006) Crime Pattern Detection Using Data Mining, in 2006 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology Workshops. Hong Kong: IEEE 2006, S. 41–44. doi: 10.1109/WI-IATW.2006.55.
- Okon, Günter; Weinreich, Ralf (2013) Darstellung der Kriminalitätslage unter Verwendung von GIS. <https://archive.is/20130122163137/http://proceedings.esri.com/library/userconf/europroc99/html/vortraege/v05/v0504/v0504.html> (letzter Aufruf: 20.02.2019).
- Rolfes, Manfred (2017) Predictive Policing: Beobachtungen und Reflexionen zur Einführung und Etablierung einer vorhersagenden Polizeiarbeit in: Potsdamer Geographische Praxis. S. 51-76. Universitätsverlag Potsdam.
- Polizeiliche Kriminalprävention der Länder und des Bundes (o. J.) Fahrradpass als App - Polizei-Beratung. <https://www.polizei-beratung.de/themen-und-tipps/diebstahl/diebstahl-von-zweiraedern/fahrradpass-app/> (letzter Aufruf: 20.02.2019).
- Polizeiliche Kriminalprävention der Länder und des Bundes (2021) Diebstahl von Zweirädern - Polizei-Beratung. <https://www.polizei-beratung.de/themen-und-tipps/diebstahl/diebstahl-von-zweiraedern/> (letzter Aufruf: 20.02.2019).
- Rötzer, Florian. (2009) Verbrechenskarten (fast) in Echtzeit. heise online. <https://www.heise.de/tp/features/Verbrechenskarten-fast-in-Echtzeit-3381970.html> (letzter Aufruf: 02.2019).
- Schürmann, Dieter (2015) SKALA. Predictive Policing als praxisorientiertes Projekt der Polizei NRW.“ in Forum KI 2015. <https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/ForumKI/ForumKI2015/kiforum2015SchuermannPositionspapier.html> (letzter Aufruf: 20.02.2019).
- Tiemann, Jens (2016) Vorhersagende Polizeiarbeit, In: Jens Fromm und Mike Weber (Hrsg.): 2016: ÖFIT-Trendschau: Öffentliche Informationstechnologie in der digitalisierten Gesellschaft. Berlin: Kompetenzzentrum Öffentliche IT.
- Zhou, Guiyun/Lin, Jiayuan/Ma, Xiujun (2014) A Web-Based GIS for Crime Mapping and Decision Support. In: Gregory A. Elmes, George Roedl and Jamison Conley.(ed.): Forensic GIS. Geotechnologies and the Environment, S. 221-243. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer.