

Datenbasierte Mobilität: Einordnung und Bewertung aktueller Telematiksysteme

erstellt von

INGENIEURBÜRO BERGER

Tim Berger

Ingenieur für Fahrzeugtechnik M.Eng. - ö.b.u.v. Sachverständiger für Kraftfahrzeugtechnik

Die zunehmende Digitalisierung in der Automobilindustrie sowie im Versicherungswesen bringt neue Anforderungen an die Erhebung, Verarbeitung und Bewertung fahrzeugbezogener Daten mit sich. Insbesondere der Einsatz von Telematiksystemen gewinnt im Kontext individueller Tarifmodelle an Bedeutung, bei denen Versicherungsprämien auf Basis des tatsächlichen Fahrverhaltens angepasst werden. Auch im Flottenmanagement ermöglichen Telematiklösungen eine effizientere Steuerung und Überwachung des Fahrzeugbetriebs. Für eine belastbare Nutzung dieser Systeme sind jedoch transparente, nachvollziehbare und qualitativ hochwertige Daten unerlässlich. Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen einer Untersuchungsreihe verschiedene Telematiksysteme hinsichtlich ihrer Hardwarearchitektur, Datenerfassungslogik sowie der resultierenden Datenqualität analysiert und bewertet. Ziel war eine Einordnung der technischen Voraussetzungen für eine zuverlässige Nutzung im versicherungstechnischen und betrieblichen Kontext.

1. Grundlagen der Telematik

Der Begriff Telematik - eine Wortschöpfung aus Telekommunikation und Informatik - wurde 1978 von Simon Nora und Alain Minc in ihrem Bericht *L'informatisation de la Société* an den französischen Präsidenten eingeführt. Darin prognostizierten sie eine tiefgreifende Veränderung gesellschaftlicher und kultureller Strukturen durch die zunehmende Vernetzung digitaler Systeme:

„Die wachsende Verflechtung von Rechnern und Telekommunikationsmitteln, die wir Telematik nennen, eröffnet einen völlig neuen Horizont. (...) Die Telematik wird nicht nur ein weiteres Netz darstellen, sondern vielmehr ein Netz neuer Art, das Bild, Ton und Informationsinhalte in eine vielschichtige Wechselbeziehung treten lässt. Sie wird unser Kulturmodell verändern.“

Im technischen Kontext versteht man unter Telematik eine Systemarchitektur zur Erfassung, Übertragung, Verarbeitung und Auswertung von Daten über vernetzte Kommunikationsschnittstellen. Im Bereich der Kfz-Versicherungen ermöglichen Telematiksysteme die fahrstilbasierte Erhebung und Übermittlung von Da-

ten, etwa zu Geschwindigkeit, Beschleunigungsprofilen oder Bremsverhalten. Diese Informationen bilden die Grundlage für sogenannte Telematik-Tarife, bei denen eine prämienrelevante Bewertung des individuellen Fahrverhaltens erfolgt. Eine vorausschauende, risikoarme Fahrweise kann dabei zu einer Reduktion der Versicherungsbeiträge führen. Während solche nutzungsbasierten Tarife in Ländern wie den USA, Großbritannien oder Italien bereits seit Jahren etabliert sind und nachweislich zur Reduktion von Unfallzahlen beigetragen haben, ist nun auch bei deutschen Kfz-Versicherern das Interesse an dieser Tarifform zunehmend gewachsen.

1.1. Unfallstatistiken und Unfallursachen

Telematikbasierte Versicherungstarife verfolgen das Ziel, durch fahrverhaltensabhängige Prämienanpassungen präventiv auf das Unfallgeschehen einzuwirken. Insbesondere junge Fahrerinnen und Fahrer im Alter von 18 bis 24 Jahren stehen hierbei im Fokus, da sie statistisch das höchste Unfallrisiko aufweisen. Im Jahr 2015 verunglückten in Deutschland über 66.000 Personen dieser Altersgruppe, 473 davon tödlich. In rund 65 % der Fälle wurden sie bei Unfällen mit Per-

sonenschaden als Hauptverursacher eingestuft. Das Unfallgeschehen zeigt signifikante Abhängigkeiten von Tageszeit, Wochentag und Ortslage. Besonders kritisch sind die frühen Morgenstunden sowie der Berufsverkehr am späten Nachmittag. Überdurchschnittlich häufig ereignen sich schwere Unfälle jedoch in den späten Abend- und Nachtstunden zwischen 19 Uhr und 5 Uhr morgens - insbesondere an Wochenenden, wenn sogenannte „Disco-Unfälle“ gehäuft auftreten.

Auch die Ortslage ist von Bedeutung: Während sich die meisten Unfälle mit Personenschaden innerorts ereignen, ist das Risiko tödlicher Unfälle auf Landstraßen mit 57,8 % deutlich erhöht, häufig infolge von Abkommen von der Fahrbahn bei hoher Geschwindigkeit. Nur ein geringer Anteil der tödlichen Unfälle findet innerorts statt, was die besondere Gefährdung außerhalb geschlossener Ortschaften unterstreicht. Auf Autobahnen ereignen sich dagegen anteilig weniger Unfälle, jedoch mit höherer Letalitätsrate.

Als häufige Ursachen für Unfälle gelten neben Witterung und Straßenverhältnissen vor allem menschliches Fehlverhalten: überhöhte Geschwindigkeit, Missachtung der Vorfahrt oder mangelnde Fahrzeugbeherrschung. Für junge Fahrer typische Alleinunfälle ohne Fremdeinwirkung enden dabei überdurchschnittlich häufig schwer oder tödlich. Internationale Studien bestätigen diese Tendenzen: Laut der US-amerikanischen Verkehrssicherheitsbehörde NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) gehen 67 % der Verkehrstoten und 33 % der Verletzten auf aggressives Fahrverhalten zurück. Hierzu zählen unter anderem dichtes Auffahren, abruptes Spurwechseln oder riskantes Beschleunigen.

1.2. Telematiktarife

Kraftfahrtversicherungen umfassen verschiedene Produkte, von der gesetzlich vorgeschriebenen Haftpflichtversicherung bis hin zu freiwilligen Teil- und Vollkaskoversicherungen. Während die Haftpflicht Schäden an Dritten abdeckt, schützt die Teilkasko etwa bei Diebstahl oder Glasbruch, und die Vollkasko greift auch bei selbstverschuldeten Unfällen. Die Prämienhöhe richtet sich nach einer Vielzahl objektiver und subjektiver Risikomerkmale. Objektive Merkmale

wie Fahrzeugtyp, Typklasse oder Fahrzeugalter sind für den Versicherer prüfbar, während subjektive Merkmale wie Beruf oder Fahrerkreis auf Selbstauskünften basieren. Einen erheblichen Einfluss auf die Beitragshöhe hat der Schadenfreiheitsrabatt, der unfallfreies Fahren belohnt.

Klassische Tarife basieren auf statistischen Durchschnittswerten und berücksichtigen das individuelle Fahrverhalten kaum. Telematik-Tarife hingegen ermöglichen eine risikogerechte Prämienkalkulation auf Basis realer Fahrdaten. Modelle wie „Pay-as-you-drive“ (PAYD) bewerten vor allem die Fahrleistung, während „Pay-how-you-drive“ (PHYD) Faktoren wie Beschleunigung, Bremsverhalten, Kurvenverhalten, Geschwindigkeit, Streckenart, Uhrzeit und Fahrdauer einbezieht. Mit diesen Daten wird ein individuelles Risikoprofil erstellt, das nicht nur die Beitragshöhe beeinflusst, sondern auch zu einem sichereren Fahrverhalten anregen soll. Versicherer profitieren von geringeren Schadenkosten, einer stärkeren Kundenbindung und optimierter Schadensteuerung. Ähnlich dem verpflichtenden Notrufsystem eCall können bei einem Unfall automatisch Rettungskräfte verständigt und Partner wie Werkstätten oder Mietwagenfirmen eingebunden werden.

1.3. Technische Ausprägungen von Telematiksystemen

Telematik-Tarife unterscheiden sich nicht nur in der Rabattstruktur, sondern auch hinsichtlich der eingesetzten technischen Lösungen. Grundsätzlich lassen sich vier Haupttypen unterscheiden:

1. Festeingebaute Stand-alone-Boxen
Diese werden dauerhaft im Fahrzeug verbaut und sind über das Bordnetz mit Strom versorgt. Sie enthalten eigene Sensorik und ein GSM-Modul zur Datenübertragung an den Versicherer oder Dienstleister.
2. Plug-in-Geräte (z. B. für die 12 Volt-Steckdose)
Diese mobilen Lösungen sind einfach zu installieren und verfügen je nach Ausführung über Sensorik und ein GSM- oder Bluetooth-Modul. Die Kommunikation mit dem Smartphone erfolgt kabellos, oft über Bluetooth Low Energy (BLE), um den Energieverbrauch zu minimieren.

¹OBD2 steht für On Board Diagnose der zweiten Entwicklungsstufe und ist ein im Fahrzeug integriertes Diagnosesystem. Die Normung dieses Systems ermöglicht ein Abgreifen von Echtzeitdaten über die Diagnoseschnittstelle.

3. OBD2-Dongles

Über den On-Board-Diagnoseanschluss (OBD2)¹ werden Fahrzeugdaten wie Geschwindigkeit, Drehzahl oder Fehlercodes direkt aus der Fahrzeugelektronik erfasst. Die Datenübertragung erfolgt entweder via Smartphone oder integriertem Funkmodul.

4. Smartphone-basierte Lösungen

Moderne Smartphones verfügen über ausreichend Sensorik (GPS, Beschleunigungssensoren, Gyroskope), um Fahrverhalten präzise zu erfassen. Voraussetzung ist eine stabile Halterung, um Bewegungsartefakte zu vermeiden. Durch sogenannte Map-Matching-Verfahren können GPS-Daten mit Tempolimits abgeglichen werden.

Zur Analyse des Fahrverhaltens werden Parameter wie Beschleunigung, Bremsverhalten und Kurvenfahrt bewertet. Bei Überschreiten festgelegter Grenzwerte erkennt das System Ereignisse wie starkes Bremsen oder riskante Lenkmanöver. Diese Ereignisse werden entweder in Echtzeit oder periodisch über Mobilfunk an den Versicherer übertragen. Darüber hinaus ermöglichen viele Systeme die automatische Unfallerkennung. Bei einem erkannten Aufprall kann je nach Schwere des Vorfalls eine Notfallmeldung an den Versicherer oder direkt an Rettungsdienste gesendet werden. Die Smartphone-App informiert den Fahrer zudem über sein Fahrverhalten und kann Zusatzfunktionen wie Wetter- oder Verkehrswarner integrieren.



Abbildung 1: Platine einer Stand-alone-Telematikbox.

2. Evaluierung der Datenqualität und Ereigniserkennung

Ein zentrales Ziel moderner Telematiksysteme ist die zuverlässige Erkennung von Unfällen sowie deren korrekte Schweregradklassifikation. Ebenso essenziell ist eine präzise Einordnung dynamischer Fahrerevents wie Beschleunigungen, Kurvenfahrten oder Bremsmanöver. Für eine aussagekräftige Erfassung und Bewertung dieser Fahrereignisse ist eine ausreichend hohe Abtastrate der internen Sensoren erforderlich. Diese beschreibt, wie oft pro Sekunde Messwerte erfasst werden: Je höher diese Frequenz, desto genauer lassen sich schnelle Bewegungen und Veränderungen im Fahrverhalten aufzeichnen.

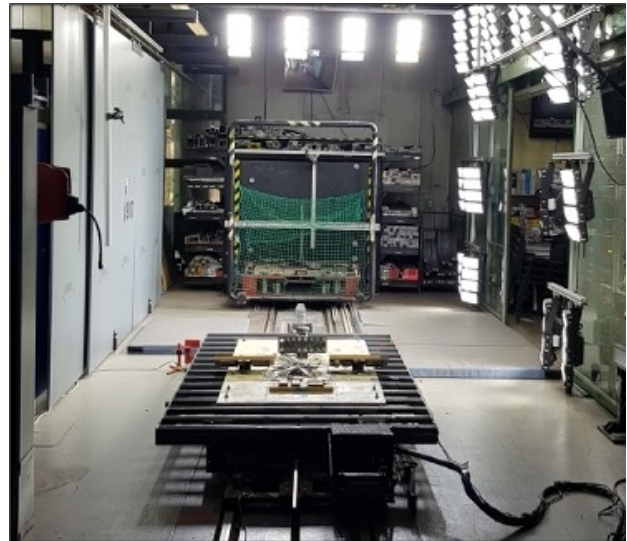


Abbildung 2: Telematiksysteme auf der Crashanlage.

Ein im Rahmen der Untersuchungen getestetes System wies lediglich eine Abtastrate von 25 Hz auf, was die zeitliche Auflösung und damit die Qualität der fahrdynamischen Datenerfassung signifikant beeinträchtigt. Die Mehrzahl der getesteten Systeme arbeitete jedoch mit einer Abtastrate von 100 Hz, welche als Mindestanforderung für eine präzise Analyse von Fahr- und Unfallereignissen gilt. Zur Überprüfung dieser Funktionalitäten wurde eine Reihe systematischer Crashtests auf der Schlittenaufprallanlage des Ingenieurbüros *Walter & Weißgerber* in Trier durchgeführt. Die dabei ermittelten Crashpulse deckten eine große Bandbreite möglicher Unfallszenarien ab, von sogenannten *low-g* Parkremplern bis hin zu *high-g* Aufprällen mit signifikanter Verzögerung. Darüber hinaus wurden im Rahmen umfangreicher

¹Der Begriff *Misuse* (Engl.: Missbrauch/Fehlanwendung) steht hier vor dem Hintergrund von auftretenden Beschleunigungen, welche nicht zwingend als relevante Ereignisse klassifiziert sind, jedoch aufgrund ihrer Eigenschaften auffällig sind.

Fahrttests typische Fehlanwendungen (*misuse events*) simuliert und analysiert, welche sowohl der Prüfung der Robustheit der Erkennungsalgorithmen als auch der Kalibrierung der Systeme dienen.²

Im Rahmen der Validierung wurden vier unterschiedliche Telematiksysteme hinsichtlich der Qualität ihrer Sensorikdaten und der Zuverlässigkeit bei der Ereigniserkennung untersucht. Ein besonderes Augenmerk lag dabei auf der Kalibrierung der integrierten Beschleunigungssensoren sowie auf der Genauigkeit bei der Unfallerkennung. Zunächst wurde die automatische Kalibrierung der internen Sensorik überprüft. Hierbei erfolgt eine geräteinterne Anpassung des Koordinatensystems des dreiachsigen Beschleunigungssensors an das fahrzeugfeste Koordinatensystem. Diese Kalibrierung ist essenziell, um Fahrereignisse korrekt der longitudinalen, lateralen oder vertikalen Achse zuzuordnen. Die Tests zeigten erhebliche Unterschiede im Kalibrierungsverhalten der getesteten Systeme: Lediglich ein System konnte innerhalb der ersten 1 km Fahrstrecke eine vollständige und korrekte Kalibrierung durchführen. Die übrigen Systeme benötigten im Mittel rund 20 km Fahrstrecke, in einem Fall waren sogar 50 km erforderlich, bis eine belastbare Kalibrierung erreicht war.

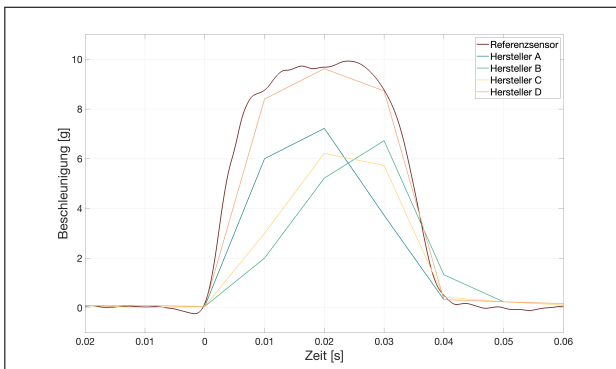


Abbildung 3: Crashpulse der Telematiksysteme im Vergleich zum Referenzsignal.

Für die Überprüfung der Datenqualität wurden definierte Crashpulse auf einer Schlittenaufprallanlage nachgebildet. Die Systeme waren hierzu fest auf dem Prüfschlitten montiert. Zur Referenzmessung wurde ein hochpräziser Beschleunigungssensor mit einer Abtastrate von 20.000 Hz eingesetzt. Auch in diesen Tests zeigten sich deutliche Abweichungen zwischen den Signalen der Telematiksysteme und dem Referenzsignal. Bei drei der vier Systeme wurden signifikante Abweichungen in Amplitude und Pulsdauer

festgestellt. Besonders kritisch war die fehlerhafte Kalibrierung einzelner Systeme, die dazu führte, dass der uniaxiale Crashpuls fälschlicherweise auf mehrere Achsen verteilt erkannt wurde.

3. Untersuchung des Energieverbrauchs

Im Rahmen der Validierung wurde auch der elektrische Energieverbrauch untersucht. Unter Standardbedingungen konnte bei keinem der getesteten Systeme ein auffälliger oder überdurchschnittlicher Ruhestromverbrauch festgestellt werden.

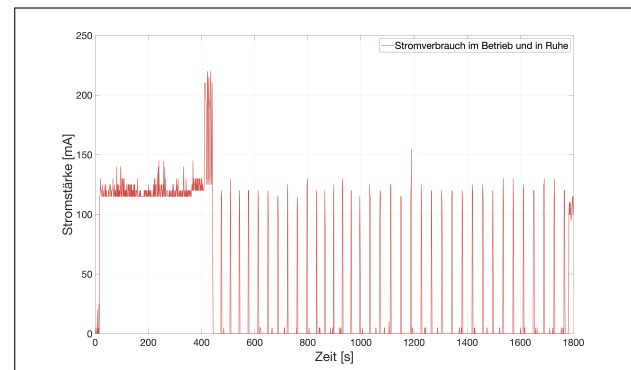


Abbildung 4: Stromspitzen im Ruhemodus führen zur Batterieentladung.

Im Zuge eines erweiterten Testszenarios zeigte sich jedoch bei einem der Systeme ein softwarebedingtes Fehlverhalten. Wurde das Fahrzeug nach einer Fahrt in einen Bereich ohne Mobilfunkempfang abgestellt, beispielsweise in eine Tiefgarage mit GSM-Abschirmung, versuchte die Telematikeinheit unmittelbar nach Fahrtende, die aufgezeichneten Fahrdaten an den zentralen Server zu übertragen. Aufgrund der fehlenden Verbindung scheiterte die Übertragung. Infolgedessen wechselte die Telematikbox nicht in den vorgesehenen Schlafmodus, bei dem der Energiebedarf deutlich reduziert wird, sondern initiierte in festen Zeitabständen von ca. 30 Sekunden wiederholt einen Aufweckvorgang, um erneut eine Serververbindung aufzubauen. Diese zyklischen Aktivierungen führten zu regelmäßig auftretenden Stromspitzen.

Kritisch ist dieses Verhalten insbesondere bei Fahrzeugen mit klein dimensionierter 12-V-Batterie, wie sie bei Hybridfahrzeugen häufig eingesetzt wird. Wird das Fahrzeug über einen längeren Zeitraum nicht genutzt, kann der wiederkehrende Energiebedarf der Telematikbox zu einer Entladung der Batterie und damit zu Startproblemen führen.

4. Zusammenfassung

Die umfassenden Untersuchungen verschiedener telematischer Systeme zeigten, dass die Qualität der erhobenen Daten maßgeblich von der Kalibrierung der internen Sensorik abhängt. Im Rahmen von Fahrttests wurde festgestellt, dass nur ein System eine schnelle und präzise Kalibrierung innerhalb der ersten Kilometer erzielte, während andere Systeme bis zu 50 Kilometer benötigten.

Ergänzend zu den Fahrttests wurden Crashtests auf der Schlittenaufprallanlage durchgeführt, um die Erkennung und Bewertung von Unfallereignissen zu validieren. Die getesteten Crashpulse deckten ein breites Spektrum von leichten Parkremplern bis hin zu schweren Aufprällen ab. Dabei traten bei drei von vier Systemen deutliche Abweichungen zu den Referenzwerten auf, teilweise verursacht durch fehlerhafte Kalibrierungen, die dazu führten, dass der uniaxiale Crashpuls fälschlicherweise auf alle drei Achsen verteilt wurde. Dies beeinträchtigt die präzise Unfallerkennung und erschwert eine belastbare Rekonstruktion des Unfallgeschehens.

Ein weiteres zentrales Ergebnis betrifft die technische Auslegung der Telematikeinheiten: Für eine differen-

zierte und genaue Erfassung von Fahrmanövern und Unfallereignissen ist eine Mindestabtastrate von 100 Hz erforderlich. Nur bei dieser Auflösung lassen sich Beschleunigungen, Bremsvorgänge und Kurvenfahrten mit der nötigen Detailtiefe erfassen, um daraus valide Risikoprofile abzuleiten.

Im Zuge der Untersuchungen konnten Hersteller ihre Systeme gezielt verbessern und die Kalibrierung, Datengenauigkeit sowie Energieeffizienz optimieren.

Für eine belastbare Nutzung telematischer Systeme im Bereich Fahrerbewertung und Unfallrekonstruktion sind transparente, nachvollziehbare und qualitativ hochwertige Daten unerlässlich. Nur auf dieser Grundlage lassen sich Risikobewertungen präzise durchführen, Versicherungsprodukte zielgerichtet gestalten und Maßnahmen zur Unfallprävention effektiv umsetzen.

Trier, im Februar 2020

Dieser Bericht basiert auf Analysen und Recherchen, die der Verfasser im Zeitraum von 2015 bis 2018 im Rahmen seiner beruflichen Tätigkeit durchgeführt hat und fasst die zentralen Erkenntnisse der durchgeführten Untersuchungen zusammen.