

Identifizierung und Systematisierung fahrfremder Tätigkeiten bei hochautomatisierter Fahrt

Andreas MÜLLER

*Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt
Otto-Berndt-Straße 2, 64287 Darmstadt*

Kurzfassung: Das automatisierte Fahren ist kein Zukunftsszenario mehr und technisch bereits in gewissen Situationen umgesetzt. Beim hochautomatisierten Fahren (SAE L3) kann sich der Fahrer gänzlich vom Fahrgeschehen abwenden und fahrfremde Tätigkeiten für einen gewissen Zeitraum ausführen. Jedoch hat auch ein hochautomatisiertes System seine Grenzen oder kann ausfallen. Unter diesen Umständen muss der Mensch in der Lage sein, die Fahraufgabe wieder vollständig zu übernehmen.

Da die Möglichkeiten von fahrfremden Tätigkeiten im hochautomatisierten Fahrzeug nahezu unbegrenzt erscheinen, werden diese in einem ganzheitlichen Betrachtungsansatz systematisiert. Für die weitere Erforschung der Fahraufgabenrückübernahme bei hochautomatisierter Fahrt, wird zuerst eine Priorisierung von fahrfremden Tätigkeiten durch Befragungen und einer CoverStory-Fahrsimulatorstudie bestimmt. Darauf aufbauend sollen verschiedene subjektive und psychophysiologische Messmethoden angewandt werden (u.a. Blickbewegungsanalyse zur Bestimmung des kognitiven Workloads), um fahrfremde Tätigkeiten in Ausprägungsstufen zu quantifizieren und beschreiben zu können.

Schlüsselwörter: hochautomatisiertes Fahren, fahrfremde Tätigkeiten, Fahraufgabenrückübernahme, Automation

1. Motivation Problemstellung und Forschungsfragen

Das automatisierte Fahren ist aktuell einer der treibenden Faktoren in der Automobilbranche. Die technische Entwicklung schreitet fortgehend voran und erste Automationssysteme sind bereits in gewissen Fahrsituationen verfügbar. Auch im arbeitswissenschaftlichen Kontext wurde in den letzten Jahren intensiv an der Thematik geforscht. So zeigen Untersuchungen erste Erkenntnisse zu den Einflussgrößen und Reaktionszeiten auf die Rückübernahme nach einem sogenannten Take-over-Request.

Der hier betrachtete Nutzungskontext des automatisierten Fahrens wird im Folgenden einerseits nach den Automationsgraden der SAE (2014) sowie andererseits nach der Klassifizierung der Fahraufgabe aus dem Drei-Ebenen-Modell der Fahrzeugführung nach Donges (1982) aufgeteilt. Neben dem *manuellen* Fahren (SAE L0), gibt es bereits seit Einführung des Abstandsregelautomaten das *assistierte* Fahren (SAE L1). Beim *teilautomatisierten* Fahren (SAE L2) übernimmt das Fahrzeug die *Stabilisierung* selbstständig und der Fahrer überwacht das System auf *Bahnführungsebene* (die Festlegung eines ursprünglich vom Fahrer gewünschten Kurses, der im unmittelbaren, örtlichen und zeitlichen Umfeld festlegt wird).

Beim *hochautomatisierten* Fahren hier wird angenommen, dass der Fahrer sich aus dem aktiven Verkehrsgeschehen für einen gewissen Zeitraum entziehen und

sich vollkommen fahrfremden Tätigkeiten widmen kann. Im Modell von Donges (1982) kann man dies so beschreiben, dass der Fahrer nur noch auf der *Navigations*ebene mit dem Automationssystem des Fahrzeugs kommuniziert und beispielsweise die Anweisung „Fahre mich zu Punkt B“ übergibt. Das Fahrzeug übernimmt dann die Fahraufgabe auf *Bahnführungs*- und *Stabilisierung*ebene, siehe Abbildung 1.

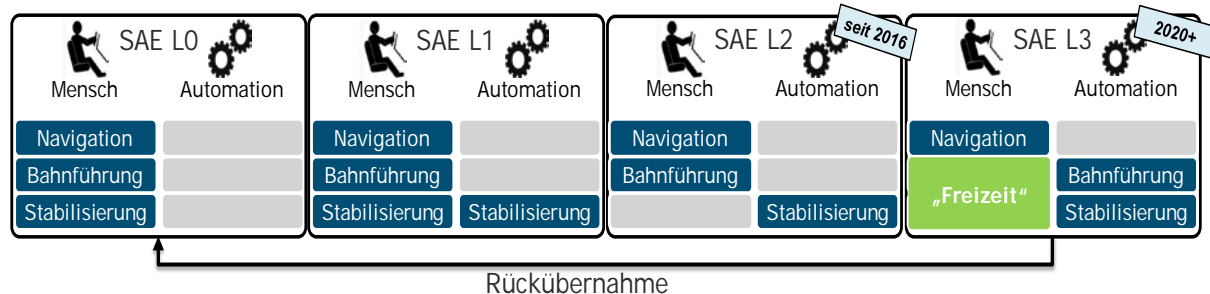


Abbildung 1: Mensch-Maschine Aufgabenteilung in Abhängigkeit der Automationsgrade nach SAE (2014) und in Kombination mit dem Drei-Ebenen-Modell der Fahrzeugführung nach Donges (1982)

Nach Definition von SAE (2014) und NHTSA (2013) ist der Fahrer bei *hochautomatisierter* Fahrt dennoch in der Pflicht, die Fahraufgabe, nach Aufforderung durch das System mittels eines Take-over-Requests, innerhalb einer bestimmten Zeit zu übernehmen. In diesem Fall agiert der Mensch als Rückfallebene für das Automationssystem.

Forschungsziel ist der Informationsverarbeitungs- und Handlungsprozess bei der sich veränderten Fahraufgabenverteilung von Automationssystem zurück an den Menschen nach hochautomatisierter Fahrt. Des Weiteren zeigt Abbildung 1, dass der Fahrer, je weiter der Automationsgrad ansteigt, immer weniger fahrzeugbezogene Aufgaben ausführen muss und sich neuen fahrfremden Tätigkeiten widmen kann. Daraus lässt sich die erste Forschungsfrage ableiten: **„Welche fahrfremden Tätigkeiten wollen Personen heutzutage im hochautomatisierten Fahrzeug ausführen?“** Die Rückübernahmesituation nach *hochautomatisierter* Fahrt mit Einbeziehung fahrfremder Tätigkeiten wurde bereits exemplarisch mit unterschiedlichen fahrfremden Tätigkeiten erforscht. Da es bislang keine systematische Beschreibung von fahrfremden Tätigkeiten gibt, wurde dies als eine weitere Forschungslücke identifiziert. An diesen bislang kaum betrachteten Aspekten setzt meine Forschung an, indem sie folgende Frage zu beantworten sucht: **„Wie können fahrfremde Tätigkeiten beim hochautomatisierten Fahren systematisch beschrieben werden?“**

2. Fahrfremde Tätigkeiten

In diesem Abschnitt geht es darum, Klarheit über den Begriff der „fahrfremden Tätigkeit“ zu schaffen und diesen vom ähnlichen und häufig synonym verwendeten Begriff „Nebenaufgabe“ abzugrenzen. Bei höher automatisierten Fahrzeugen, ab Level 3, ermöglicht man dem Fahrer sich Tätigkeiten zu widmen, die mit der eigentlichen Fahraufgabe nichts zu tun haben und seine gesamte Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Aus diesem Grund werden Tätigkeiten des Fahrers während der Fahrt heutzutage meist nicht mehr in Primär-, Sekundär- und Tertiäraufgaben (Bubb, 2002) unterteilt, sondern grundlegend zwischen Tätigkeiten unterschieden, die entweder

das Fahren betreffen (Fahraufgaben) oder gänzlich losgelöst vom Fahrgeschehen stattfinden (fahrfremde Tätigkeiten) (Naujoks et al. 2018).

Basierend auf dieser Terminologie bezeichnen Fahraufgaben diejenigen Aufgaben, die mit der Kontrolle des Fahrzeugs (Primäraufgaben) und mit der Erhöhung von Sicherheit (Sekundäraufgaben) zu tun haben. Zu den fahrfremden Tätigkeiten zählen die zuvor als Tertiäraufgaben bezeichneten Handlungen, die den Komfort betreffen. Die Tatsache, sich komplett vom Fahrgeschehen abwenden zu können, ermöglicht es dem Fahrer, Tätigkeiten durchzuführen, die dem Fahrgeschehen ferner sind als die bisher beschriebenen Tertiäraufgaben (z.B. ein Video ansehen). Diese durch einen hohen Automatisierungsgrad möglichen fahrfremden Tätigkeiten reichen vom Lesen eines Buches oder Schauen eines Filmes bis hin zum Bearbeiten von E-Mails. Die Bereitschaft des Fahrers, die Fahraufgabe zurück zu übernehmen sowie die benötigte Zeit der Transition nach der Aufforderung durch das System, sind dabei stark abhängig von der Art der fahrfremden Tätigkeiten und aktuell Thema einer Vielzahl an Studien, siehe Tabelle 1.

Tabelle 1: Auswahl von Studien welche fahrfremde Tätigkeiten untersucht haben

Autoren	Fahrfremde Tätigkeit
Blommer et al. (2015)	Anschauen eines Netflix-Videos (Display rechts neben Lenkrad) oder dem Hören eines Radiosenders
Diederichs et al. (2015)	Lesen eines Textes (auf Smartphone in der Hand oder im Dashboard) inklusive Scrollen (Swipen auf Smartphone Screen)
Dogan et al. (2017)	Interaktion mit Smartphone, Lesen eines Magazins
Körber et al. (2015)	Durch Drücken eines Buttons am Lenkrad müssen die Probanden reagieren, wenn eine monotone Tonfrequenz durch einen Ton anderer Frequenz gestört wird
Lorenz et al. (2014)	Surrogate Reference Task (SuRT) auf einem Tablet in der Mittelkonsole (alle 2 Minuten für eine Dauer von je 50 Sekunden)
Melcher et al. (2015)	Spielen eines herausfordernden Quiz-Spiel auf dem Smartphone
Mok et al. (2015)	Anschauen eines Netflix-Videos auf einem iPad
Naujoks et al. (2014)	Lesen von Textpassagen in einem Magazin
Radlmayr et al. (2014)	Detection Response Task (DRT) in Verbindung mit entweder dem sprachlichen n-back-Task oder dem visuellen Surrogate Reference Task (SuRT) alle 3 Minuten für jeweils 45 Sekunden
Walch et al. (2015)	Anschauen eines Videos auf einem Display rechts neben dem Lenkrad, zu dem anschließend Fragen bzgl. des Inhalts zu beantworten sind.
Zeeb et al. (2015)	Intensive Interaktion mit Multimediasystem (Eingabe des fehlenden Wortes in Sprichwörtern, Besuchen bestimmter Websites, Benutzen einer Suchmaschine)

Während bisherige Tätigkeitskataloge meist auf dem „Dual-Task-Paradigma“ basieren und davon ausgehen, dass der Fahrer beim Durchführen der jeweiligen Tätigkeit stets die Verkehrssituation überwachen muss und in der Verantwortung ist, bei Systemfehlern oder anderen gefährlichen Situationen einzugreifen, legen Wissenschaftler in neueren Studien das „Task-Switching-Paradigma“ zugrunde. Dieses be-

sagt, dass der Fahrer bei Systemgrenzen einen Aufgabenwechsel vollzieht, da er die fahrfremden Tätigkeiten beenden bzw. unterbrechen und die Fahrzeugführung übernehmen muss (Naujoks et al. 2018). Die beschriebene Entwicklung der Automatisierung des Fahrens und die sich damit verändernden fahrfremden Tätigkeiten machen neue Systematisierungen dieser Tätigkeiten nötig.

3. Methodisches Vorgehen

Für die Beantwortung der ersten Forschungsfrage „**Welche fahrfremden Tätigkeiten wollen Personen heutzutage im hochautomatisierten Fahrzeug ausführen?**“ werden drei Studien an der Technischen Universität Darmstadt durchgeführt, siehe Abbildung 2. Diesbezüglich wird Kausal-Modell entwickelt, welches die Einflüsse auf die Ausübung von fahrfremden Tätigkeiten beschreiben soll.

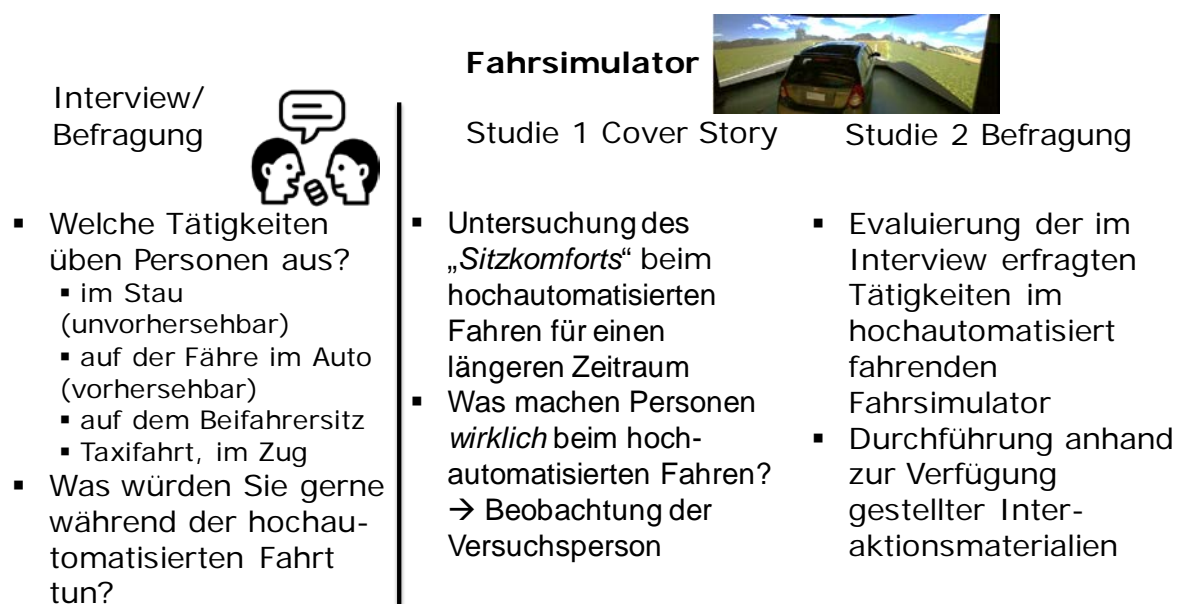


Abbildung 2: Übersicht der durchzuführenden Studien zur Beantwortung der Einflüsse auf die Ausübung fahrfremder Tätigkeiten

Durch eine Online und eine anschließende Interview-Befragung wird einerseits ermittelt, welche fahrfremden Tätigkeiten Personen aktuell beim manuellen Fahren ausüben und welche Sie sich nach aktueller Lage beim *hochautomatisierten* Fahren vorstellen können. Hierbei soll bei manueller Fahrt untersucht werden, ob es Unterschiede gibt zwischen unvorhersehbaren Situationen, bei denen das Fahrzeug stillsteht (Stau), da hier nur mit Gegenständen interagiert werden kann, welche sich im Fahrzeug befinden, oder vorhersehbaren Situationen, wie beispielsweise bei Pendlern, welche häufig bei Bahn- oder Fährübergängen warten müssen und sich weitere Interaktionsgegenstände mit ins Fahrzeug nehmen. Bei *hochautomatisiert* fahrenden Fahrzeugen soll geprüft werden, ob Tätigkeiten, die vor dem Fahrtantritt angefangen wurden, weitergeführt werden wollen (A). Alternativ kann es auch Tätigkeiten geben, welche nach der eigentlichen Fahrt beginnen sollten, jedoch vorgezogen werden (B). Als letzte Möglichkeit können auch völlig neue Tätigkeiten begonnen werden (C).

In einer anschließenden Studie werden Probanden in den IAD Fahrsimulator, bestehend aus einem kompletten Fahrzeug-Mockup, der Simulationssoftware Silab5.1

von WIVW und einem selbstentwickelten Hochautomationsregler, welcher Stadt, Landstraße, Autobahn nach SAE L3 beherrscht, eingeladen und mittels einer *Cover-Story* die tatsächliche Ausführung von fahrfremden Tätigkeiten ermittelt. Hier wird den Probanden eine falsche, aber plausible Erklärung für den Sinn und Zweck dieser Untersuchung vorgestellt, wie beispielsweise die Ermittlung des Sitzkomforts während der Fahrt. Während einer längeren hochautomatisierten Simulationsfahrt, werden mittels Videobeobachtung, die von den Probanden ausgeführten fahrfremden Tätigkeiten identifiziert. Dabei wird darauf geachtet, dass sich mögliche Interaktionsgegenstände, die in der ersten Befragungsstudie identifiziert werden konnten, auch im Fahrzeug-Mockup zur Verfügung stehen.

Das angestrebte Untersuchungsergebnis ist eine Priorisierung und Identifizierung von fahrfremden Tätigkeiten, die Personen heutzutage bei hochautomatisierter Fahrt ausführen wollen.

4. Ausblick

Da die Möglichkeiten von fahrfremden Tätigkeiten im hochautomatisierten Fahrzeug nahezu unbegrenzt erscheinen, soll mittels der zweiten Forschungsfrage „**Wie können fahrfremde Tätigkeiten beim hochautomatisierten Fahren systematisch beschrieben werden?**“ ein ganzheitlicher Betrachtungsansatz der menschlichen Informationsverarbeitung genutzt werden, um fahrfremde Tätigkeiten zu quantifizieren und zu klassifizieren.

Ziel ist es, eine Auswahl von fahrfremden Tätigkeiten (Ergebnisse aus Forschungsfrage 1) mittels subjektiven und psychophysiologischen Messmethoden (beispielsweise mithilfe NASA Task Load Index respektive Blickbewegungsanalyse zur Bestimmung des kognitiven Workloads) anhand einer Probandenstudie zu messen und diese in verschiedene menschliche Ressourcennutzungskanäle sowie in unterschiedlich komplexe Ausprägungsstufen einzuordnen.

Je „höher“ der Aufwand, desto länger ist die hypothetische Rückübernahmezeit, desto schlechter die Rückübernahmequalität zwischen einem Take-over-Request und der menschlichen Ausführung der Stabilisierungsaufgabe.

Der visuelle Aufwand wird einerseits durch die Dauer und Weg vom Abwenden der visuellen fahrfremden Tätigkeit zurück zur Straße beschreiben. Der kognitive Aufwand beschreibt die Komplexität der fahrfremden Tätigkeit und der motorische Aufwand gibt an, wie lange die automatisiert fahrende Person benötigt, um beispielsweise die Hände von der fahrfremden Tätigkeit wieder an das Lenkrad zu bewegen und die Kontrolle über das Lenkrad zu übernehmen.

Das gewünschte Ziel ist die mögliche Übertragbarkeit von bisherigen Studienergebnissen (siehe Tabelle 1) auf weitere fahrfremde Tätigkeiten, um beispielsweise Reaktionszeiten zwischen einer Rückübernahmeaufforderung und der Wiederaufnahme der manuellen Fahrt vorhersagen zu können.

5. Literatur

Blommer M, Curry R, Kochhar D, Swaminathan R, Talamonti W, Tijerina L (2015) The Effects of a Scheduled Driver Engagement Strategy in Automated Driving. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting 59: 1681–1685.

- Bubb H (2002) Der Fahrprozess: Informationsverarbeitung durch den Fahrer. In: Verband der Automobilindustrie (Hrsg.) Technischer Kongress: Sicherheit durch Elektronik, S 19–31.
- Diederichs F, Bischoff S, Widlroither H, Reilhac P, Hottelart K, Moizard J (2015) Smartphone integration and SAE level 3 car automation: A new cockpit concept and its evaluation in a car simulator. How to create a full digital user experience in level 3 automation without compromising the safety of take over requests.
- Dogan E, Rahal M-C, Deborne R, Delhomme P, Kemeny A, Perrin J (2017) Transition of control in a partially automated vehicle: Effects of anticipation and non-driving-related task involvement. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 46: 205–215.
- Donges E (1982) Aspekte der aktiven Sicherheit bei der Führung von Personenkraftwagen. *AUTOMOB-IND* 27.
- Körber M, Cingel A, Zimmermann M, Bengler K (2015) Vigilance Decrement and Passive Fatigue Caused by Monotony in Automated Driving. *Procedia Manufacturing* 3: 2403–2409.
- Lorenz L, Kerschbaum P, Schumann J (2014) Designing take over scenarios for automated driving. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 58: 1681–1685.
- Melcher V, Rauh S, Diederichs F, Widlroither H, Bauer W (2015) Take-Over Requests for Automated Driving. *Procedia Manufacturing* 3: 2867–2873.
- Mok B, Johns M, Lee KJ, Miller D, Sirkin D, Ive P, Ju W (2015) Emergency, Automation Off: Unstructured Transition Timing for Distracted Drivers of Automated Vehicles. In: 2015 IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems: IEEE, S 2458–2464.
- National Highway Traffic Safety Administration (2013) Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles.
- Naujoks F, Befelein D, Wiedemann K, Neukum A (2018) A Review of Non-driving-related Tasks Used in Studies on Automated Driving. In: Stanton NA (Hrsg.) *Advances in human aspects of transportation: Proceedings of the AHFE 2017 International Conference on Human Factors in Transportation, July 17–21, 2017, The Westin Bonaventure Hotel, Los Angeles, California, USA*: Springer, Cham, S 525–537.
- Naujoks F, Mai C, Neukum A (2014) The effect of urgency of take-over requests during highly automated driving under distraction conditions. In: Jang R-L, Ahram T (Hrsg.) *Advances in human factors and ergonomics 2014: 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics 20 volume set: proceedings of the 5th AHFE Conference, 19 - 23 July 2014: AHFE Conference, [Louisville, Ky.]*, [Louisville, Ky.].
- Radlmayr J, Gold C, Lorenz L, Farid M, Bengler K (2014) How Traffic Situations and Non-Driving Related Tasks Affect the Take-Over Quality in Highly Automated Driving. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 58: 2063–2067.
- Society Automotive Engineers (2014) *AUTOMATED DRIVING: LEVELS OF DRIVING AUTOMATION ARE DEFINED IN NEW SAE INTERNATIONAL STANDARD J3016*.
- Walch M, Lange K, Baumann M, Weber M (2015) Autonomous driving. In: Burnett G, Gabbard J, Green P, Osswald S (Hrsg.) *Proceedings of the 7th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications - AutomotiveUI '15*: ACM Press, New York, New York, USA, S 11–18.
- Zeeb K, Buchner A, Schrauf M (2015) What determines the take-over time? An integrated model approach of driver take-over after automated driving. *Accident Analysis & Prevention* 78: 212–221.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

ARBEIT(s).WISSEN.SCHAF(F)T
Grundlage für Management & Kompetenzentwicklung

64. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FOM Hochschule für
Oekonomie & Management gGmbH

21. – 23. Februar 2018

GfA Press

Bericht zum 64. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 21. – 23. Februar 2018

FOM Hochschule für Oekonomie & Management

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2018

ISBN 978-3-936804-24-9

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet, den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

USB-Print:

Prof. Dr. Thomas Heupel, FOM Prorektor Forschung, thomas.heupel@fom.de

Screen design und Umsetzung

© 2018 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de