

Ganzheitliche Lösungen zur Bekämpfung von Müdigkeit und Sekundenschlaf als Unfallursache

Siegfried Rothe, Michael Schrauf, Nina Jellentrup, Daimler AG, Böblingen

Kurzfassung

Vigilanzminderung, Müdigkeit und erhöhte Tagesschläfrigkeit sind häufig die Ursache von schweren Verkehrsunfällen. Die EU-Kommission will die Zahl der jährlichen Verkehrstoten und Schwerverletzten in Europa bis 2020 halbieren. Die **Bekämpfung der Ursachen** von „Müdigkeits- und Einschlafunfällen“ bei lang andauernden monotonen Fahrten im Ferngüterverkehr hat hierbei ein beachtliches Potenzial.

Die amtliche Straßenverkehrsunfallstatistik weist für das Jahr 2010 bei Straßenverkehrsunfällen mit Personenschaden in Deutschland insgesamt 243.307 festgestellte Fehlverhalten der Fahrzeugführer von Pkws aus. Dabei wurde 1.423 Mal Übermüdung als Unfallursache angegeben, was einem Anteil von 0,6 % entspricht. Bei den Fahrern von Güterkraftfahrzeugen wurden 26.439 Fehlverhalten registriert, davon 236 Mal Übermüdung entsprechend einem Anteil von 0,9 %. Betrachtet man davon die Unfälle mit Getöteten, so wurden für Pkw-Fahrer 2.856 Fehlverhalten registriert, darunter 44 Mal Übermüdung (Anteil 1,5 %). Die entsprechenden Zahlen für die Fahrer von Güterkraftfahrzeugen lauten: 525 Fehlverhalten, davon 8 Mal Übermüdung (Anteil 1,5 %). Bereits die amtliche Statistik zeigt somit eine Tendenz hin zur zunehmenden Bedeutung von Müdigkeit als Ursache von besonders schweren Unfällen und bei Unfällen mit Beteiligung von Güterkraftfahrzeugen. Experten vermuten hier eine große Dunkelziffer, da sich der Nachweis von müdigkeitsbedingten Unfällen als äußerst schwierig erweist.

Seit 1992 beschäftigt sich die Daimler AG mit dem Phänomen Sekundenschlaf. Daraus resultierend wurden mehrere Assistenzsysteme entwickelt, die die **Wirkung** des Sekundenschlafs vermeiden oder zumindest Unfallfolgen minimieren können: das Abstandswarnradar mit Notbremsystem und der Spurassistent zur Vermeidung von Auffahrunfällen und dem Abkommen von der Fahrbahn.

Die nächsten Entwicklungsschritte zielten dann auf das Erkennen von bevorstehendem Sekundenschlaf, also das Detektieren der **Ursache**, welche zur Wirkung des Auffahrens oder Abkommens führen kann. Durch intelligente Warnkonzepte kann der Fahrer also rechtzeitig vor dieser Situation gewarnt und so der Unfall vermieden werden. Auch hierzu sind Assistenzsysteme von der Daimler AG entwickelt und zur Serienreife gebracht worden: der Attention Assist im Pkw.

Der aktuelle Ansatz ist nun die **Verhinderung** der Ursache „Sekundenschlaf“. Dies sind verschiedene Maßnahmen, die entwickelt und ins Fahrzeug integriert worden sind und auf die im Beitrag näher eingegangen wird. Vorweg werden einige Fachbegriffe wie „Monotonie“, „Vigilanz“, „Müdigkeit vs. Schläfrigkeit“ und „Belastung vs. Beanspruchung“ erklärt, da sie für eine exakte Beschreibung der verschiedenen Fahrerzustände und der entwickelten Maßnahmen notwendig sind.

Der Beitrag ist folgendermaßen gegliedert:

- Definition der verschiedenen Fahrerzustände
- Darstellung der gewählten Vorgehensweise bei der Entwicklung von Erholungskonzepten, die zu einem erholsamen Schlaf führen und den dazu gehörenden Forschungsergebnissen
- Einfluss von zu wenig oder nicht erholsamen Schlaf auf die wirtschaftliche Fahrweise
- Darstellung der gewählten Vorgehensweise bei der Entwicklung von Entspannungskonzepten, die zu einem entspannenden Kurzschlaf, dem sogenannten PowerNap führen und den dazu gehörenden Forschungsergebnissen
- Ergebnispräsentation einer Studie zu vitalisierenden Maßnahmen während der Fahrt
- Welche Forschungsergebnisse sind in den Neuen ACTROS eingeflossen?
- Vergleichsfahrten zum Bewerten der mentalen Beanspruchung im ACTROS MP3 und im Neuen ACTROS und deren Ergebnisse
- Ausblick zu weiteren Forschungsarbeiten zu den Themen Fitness & Gesundheit zur Verbesserung des Wohlbefindens des Fahrers

Einleitung

In den letzten zwei Jahrzehnten war der Fortschritt in der Entwicklung von Nutzfahrzeugen rasant. Die Fahrzeuge wurden immer mehr zu High-Tech-Geräten, die ein enormes Potential für das sichere und wirtschaftliche Fahren beinhalten. Trotz all dieser Technik ist der Fahrer derjenige, der dieses Potential auch ausschöpfen können muss. Hierzu ist es natürlich notwendig, dass der Fahrer bezüglich der Bedienung des Fahrzeugs geschult wird. Ebenso sollte der Fahrer in einem guten physischen und psychischen Zustand sein. Durch Erholungs-, Entspannungs-, Fitness- und Gesundheitskonzepte, welche ganz speziell für den Fernverkehrsfahrer abgestimmt sind, sollen die Lebens- und Arbeitsbedingungen drastisch verbessert und für ein besseres Wohlbefinden gesorgt werden. Dies ist die Grundvoraussetzung dafür, dass ein Fahrer sein volles Leistungsvermögen abrufen kann.

1 Definition der verschiedenen Fahrertzustände

In den letzten Jahren hat das Steuern eines Fahrzeuges durch zahlreiche technische Neuerungen, wie z. B. das Automatikgetriebe, den Abstandsregeltempomaten oder das Navigationssystem zu immer mehr Automatisierung geführt. Diese Assistenz- und Informationssysteme entlasten den Fahrer, was allerdings auch zur Folge haben kann, dass die Fahrer unterfordert sind. Darüber hinaus vermitteln diese Unterstützungssysteme ein trügerisches Gefühl von Sicherheit, das möglicherweise über die tatsächliche Gefährlichkeit einer Situation hinwegtäuscht. Die zunehmende Automatisierung führt dazu, dass die Fahrer während der Fahrt in eine Überwachungssituation gelangen und sich besonders auf monotonen Strecken langweilen. Wenn nur wenige Reize angeboten werden, ist die Aktivität im Gehirn reduziert, begleitet von Schläfrigkeitsgefühlen und dem Absinken der Wachsamkeit, was die Wahrscheinlichkeit eines Zustands von Müdigkeit vergrößert.

Auf die drei in diesem Zusammenhang relevanten Fahrertzustände Monotonie, Vigilanz und Sekundenschlaf sowie die Unterscheidung von Müdigkeit und Schläfrigkeit bzw. von Belastung und Beanspruchung soll im Folgenden kurz eingegangen werden.

Monotonie

Nach der Definition von Plath und Richter (1984) ist Monotonie ein Zustand herabgesetzter Aktivität und geht einher mit Müdigkeits- und Schläfrigkeitsgefühlen. In monotonem Zustand fällt es dem Menschen schwerer sich auf andere Situationen umzustellen. Die Reaktionsfähigkeit sinkt und geht mit Leistungsschwankungen und -minderungen einher.

Monotonie kann aber auch durch reizarme oder sich häufig wiederholende und länger andauernde Aufgaben oder Situationen entstehen (Rauch, 2004). Im Gegensatz zur psychischen Ermüdung ist der Zustand der Monotonie gekennzeichnet durch die Möglichkeit der Verbesserung, wie z. B. durch einen Tätigkeitswechsel. Zudem weist psychische Ermüdung unspezifische Ursachen auf, wohingegen Monotonie charakteristischerweise durch Gleichförmigkeit und Eintönigkeit gezeichnet ist und besonders bei sich häufig wiederkehrenden Handlungen auftritt.

Während des Autofahrens tritt dieser Zustand vor allem bei langen Strecken auf, die wenig Abwechslung bieten. Diese Situation ergibt sich gerade beim Kolonnenfahren, wenn der Fahrer des hinterherfahrenden Fahrzeugs keine neue visuelle Reizung erfährt. In reizarmen Situationen sinkt das Niveau psychischer Aktivität, was dazu führt, dass die Fähigkeit zur Aufnahme und Weiterleitung sensorischer Impulse und die Daueraufmerksamkeit (Vigilanz) abnehmen. Folglich wirkt sich ein verringerter Reizstrom negativ auf die allgemeine Wachheit aus – wie auch auf die Informationsaufnahme, auf die -verarbeitung und auf die Reaktion (Rauch, 2004).

Vigilanz

Vigilanz wird beschrieben als die Bereitschaft, einer Aufgabe über eine lange Zeitperiode hinweg Aufmerksamkeit zu schenken. Dazu gehört, kleine Änderungen der Umwelt entdecken und auf sie reagieren zu können, wobei diese Änderungen selten und in einem nicht vorhersehbaren Zeitraum stattfinden (Oken, Salinsky & Elsas, 2006).

Nach Mackworth (1964) tritt vor allem dann eine Minderung der Vigilanz ein, wenn über lange Zeit Überwachungstätigkeiten eine Daueraufmerksamkeit des Fahrers fordern. Die Vigilanzminderung ist

ein ermüdungsähnlicher Zustand, der auch beim Fahren unter monotonen Bedingungen auftritt, wie z. B. auf Autobahnen mit geringem Verkehrsaufkommen. Nach De Waard und Brookhuis (1991) resultiert dieser Zustand aus einer Unterforderung.

Die Abnahme der Vigilanz hat mit einem Verlust der Aufmerksamkeit zu tun und die Aufgabe wird in einem automatisierten Prozess ausgeübt, was letztendlich zu einem erhöhten Unfallrisiko führt.

Sekundenschlaf

Unter dem umgangssprachlichen Begriff Sekundenschlaf (Fachlich: Müdigkeitsattacke oder Mikroschlaf) versteht man ein ungewolltes Einnicken von wenigen Sekunden. Solche Müdigkeitsattacken treten vor allem im Straßenverkehr bei langen und monotonen Fahrten auf. Ein bekanntes physiologisches Kriterium für das Einschlafen am Steuer liegt in der Literatur bei einer Lidschlussdauer von mindestens 500 ms (Meinold, 2005).

Müdigkeit vs. Schläfrigkeit

Eine der wichtigsten äußeren Ursachen für Müdigkeit ist die Monotonie am Steuer, also z.B. bei einer vorhersagbaren Fahrsituation oder anhaltendes Durchführen stereotypischer Aufgaben. Diese lässt sich durch Ruhephasen oder eine Abwechslung in der Tätigkeit kompensieren. Schläfrigkeit hingegen hat innere Ursachen und entspricht einem physiologischen Drang zu schlafen, der normalerweise beendet wird, wenn der Betreffende genügend geschlafen hat. Diese Ursache lässt sich also nur durch Schlaf reduzieren.

Belastung und Beanspruchung

Unter Belastung versteht man den Input aller akustischen, optischen und haptischen Faktoren, die auf den Fahrer einwirken. Es handelt sich hierbei um eine objektive Größe, die bei allen Fahrern in derselben Fahrsituation die gleiche ist. Wie sich nun diese Belastung beim Fahrer auf seine kognitiven Ressourcen auswirkt wird als mentale Beanspruchung oder „Mental Workload“ bezeichnet - eine subjektive Größe, die bei jedem Fahrer in der gleichen Fahrsituation unterschiedlich sein kann. Dies hat natürlich einen Einfluss auf das sicherere (Fahrgüte), aber auch auf das vorausschauende wirtschaftliche Fahren. Denn jede Fahrsituation ist eine andere, die der Fahrer zuerst erfassen, dann bewerten und schließlich eine Entscheidung treffen muss.

2 Darstellung der gewählten Vorgehensweise bei der Entwicklung von Erholungskonzepten, die zu einem erholsamen Schlaf führen und den dazu gehörenden Forschungsergebnissen

Wird die Kontinuität des Nachtschlafs durch lauten Lärm gestört, hat dies meist erhebliche negative Auswirkungen auf die Erholbarkeit des Schlafs und die daran anschließende Tagesverfassung. Lkw-Fernfahrer sind berufsbedingt bei Übernachtungen an belebten Raststätten besonders starkem Verkehrslärm ausgesetzt.

In einem unserer Forschungsprojekte simulierten wir unter möglichst realistischen Bedingungen eine 6-Tage-Arbeitswoche, bei der 10 Lkw-Fahrer drei Nächte lang Autobahnlärm ausgesetzt waren. Die Studie wies nach, dass Verkehrslärm sowohl die Schlafqualität von Lkw-Fahrern beeinträchtigt als auch zu einer vermehrten physiologischen Schläfrigkeit sowie einer eingeschränkten Leistungsfähigkeit im Tagesverlauf führt. Sowohl objektiv als auch subjektiv wurde der Schlaf unter Verkehrslärmbedingungen qualitativ schlechter. Selbst unter den gut standardisierten und somit „fahrerfreundlichen“ Arbeitsbedingungen in dieser Studie reichten drei aufeinander folgende Lärmnächte aus, um objektive Leistungseinbußen bei Fahrtbeginn sowie unter Monotonie und Stress hervorzurufen. Subjektiv wurden diese Defizite oder Anzeichen einer erhöhten physiologischen Schläfrigkeit allerdings nicht wahrgenommen. Hier besteht die Gefahr einer Selbstüberschätzung oder Fehlbeurteilung des Wachheitsgrades auf Seiten der Lkw-Fahrer, was zu einem deutlich erhöhten Unfallrisiko beiträgt. Zum Zeitpunkt der Studie erfüllte die Schalldämmung der ACTROS-Kabine die Richtlinien für nächtliche Lärmbelastung nicht. Daher wurde eine bessere Schallisolierung angestrebt,

um im Innenraum einen Lautstärkepegel von 30-35 dB(A) zu erreichen, **Bild 1**. Dadurch soll den Lkw-Fahrern ein erholsamer Schlaf ermöglicht werden.



Bild 1: Die Kabine des Neuen ACTROS (rechts) ist besonders schallisoliert

3 Einfluss von zu wenig oder nicht erholsamen Schlaf auf die wirtschaftliche Fahrweise

In einer Studie der Daimler AG aus dem Jahr 2009 wurde zum ersten Mal die Fahrleistung bei erhöhter Schläfrigkeit unter realen Fahrbedingungen untersucht. Zielparameter waren dabei eine möglichst wirtschaftliche und verschleißfreie Fahrweise, operationalisiert am Kraftstoffverbrauch und an der Verwendung der Betriebsbremse. Bisherige Studien untersuchten fast ausschließlich den Zusammenhang zwischen Schläfrigkeit und Leistungseinbußen, die zu einem erhöhten Unfallrisiko im Straßenverkehr führen können.

Neun erfahrene ECO-Trainer der Daimler AG, die selber Schulungen zum ökonomischen und ökologischen Fahren durchführen, fuhren zweimal die identische Teststrecke unter zwei verschiedenen Testbedingungen (ausgeruht, nach ausreichendem Nachtschlaf vs. nach Schlafdeprivation, von nur drei Stunden Nachtschlaf). Die Reihenfolge der beiden Testbedingungen war dabei zufällig.

Im Vergleich zur Kontrollbedingung zeigten sich folgende Befunde: Nach verkürztem Schlaf wurde die Schlafqualität schlechter und weniger erholsam beurteilt. Die Stimmung, die leistungsbezogene Selbsteinschätzung und der subjektive Wachheitsgrad zeigten sich nach Schlafdeprivation deutlich beeinträchtigt. Auf der Leistungsebene ließen sich Einbußen bei Aufgaben zur Daueraufmerksamkeit und im Reaktionsvermögen objektivieren. Nach verkürztem Schlaf stieg der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch um 1 Liter pro 100 km. Im Hinblick auf verschleißarmes Fahren wurde die Betriebsbremse schlafdepriviert tendenziell häufiger benutzt. Signifikant häufiger wurde der Abstandsregeltempomat (ART) nach verkürztem Nachtschlaf verwendet.

Schlussfolgernd soll festgehalten werden, dass zum ersten Mal nachgewiesen wurde, dass Schläfrigkeit die wirtschaftliche Fahrweise beeinträchtigt und den Kraftstoffverbrauch erhöht. Die Ergebnisse haben eine hohe ökologische Validität und praktische Relevanz: sie zeigen, dass nur ein fitter und gut erholt Lkw-Fahrer in der Lage ist, seine Fertigkeiten zum verschleiß- und verbrauchssparendem Fahren optimal ein- und umzusetzen. Dahinter steckt die Überlegung, dass der Kraftstoffverbrauch nicht nur von den erlernten Fertigkeiten zur wirtschaftlichen Fahrweise abhängt, sondern auch von der effektiven Umsetzung des erworbenen Wissens. Vor allem das vorausschauende Fahren ist maßgeblich von höheren kognitiven Funktionen (z. B. planerisches Denken) abhängig. Diese kognitiven Funktionen werden durch den spezifischen Zustand des Organismus, z. B. durch Schläfrigkeit oder Kondition des Fahrers, beeinflusst.

D. h., durch richtiges Know-how – vor allem durch vorausschauendes Fahren und eine wirtschaftliche Fahrweise – können Lkw-Fahrer den Verbrauch und die Emissionen sowie den Verschleiß reduzieren.

4 Darstellung der gewählten Vorgehensweise bei der Entwicklung von Entspannungskonzepten, die zu einem entspannenden Kurzschlaf, dem sogenannten PowerNap führen und den dazu gehörenden Forschungsergebnissen

"Schlafen kann ich, wenn ich tot bin", spottete Rainer Werner Fassbinder. Der exzentrische Filmemacher, der in 13 Schaffensjahren 40 Spielfilme drehte, dazu Fernsehspiele und -serien, lebte stets aus dem Vollen. Neben seiner manischen Arbeitswut, mit der er zum größten Filmemacher der Welt" avancieren wollte, zog er mit seinen Schauspielern nachts um die Häuser, trank viel Alkoholisches, rauchte ohne Unterlass und missachtete sämtliche Warnsignale seines Körpers. Mittagsschlaf zu halten hielt er für eine Zumutung, auch seinen Mitarbeitern verbot er das Wegdösen am Set. Mit 37 Jahren spielte sein Körper nicht mehr mit, nach dem Herzstillstand kam bei der Obduktion heraus, dass Fassbinder sich mit Schlafmitteln vollgepumpt hatte. Er hatte das Schlafen verlernt.

Auch heute erscheint vielen Unternehmern die Forderung von Schlafforschern, die Arbeit am Nachmittag mit einem Kurzschlaf zu unterbrechen, als Zumutung. Im Leistungswettbewerb darf es keine Auszeit geben. Für manche Chefs ist es eine makabre Vorstellung, dass ihre Mitarbeiter in einem Sessel oder lang ausgestreckt unterm Schreibtisch für eine Viertelstunde abtauchen. Mittagsschlaf wird nur Rentnern und Kleinkindern zugestanden. Doch inzwischen schlummern nach Angaben des Schlaflabors in Mönchengladbach rund sechs Prozent der Berufstätigen tagsüber, Tendenz steigend. Sie tun damit etwas für ihre Produktivität, die nach einem Kurzschlaf messbar ansteigt, für ihr Herz, das in der Auszeit gekräftigt wird, und insgesamt für ihre Entspannung, die den ganzen Körper erfasst.

Dieses grundsätzliche Wissen über den erholsamen Kurzschlaf haben wir im Lkw so realisiert, das dieser in den Pausen auch genutzt werden kann. Durch konstruktive Änderungen am Staufach hinter dem Fahrersitz ist es möglich die Lehne um ca. 40 Grad nach hinten zu neigen, die Beine auf das Lenkrad (mit Lenkradkissen) zu legen und den PowerNap individuell zu starten, **Bild 2**.



Bild 2: PowerNAP im ACTROS mit nach hinten geneigter Lehne und Lenkradkissen

Verbunden damit ist eine Einschlafphase mit z. B. entspannender realer Musik aus der Rock- und Popgeschichte sowie einer Beduftung mit hochwertigem ätherischen Orangenöl. Während der Schlafphase wird nun die Musik weich ausgeblendet und die Beduftung abgeschaltet. Nach der Schlafphase beginnt nun die sogenannte Aufwachphase, in der der Fahrer z. B. durch aktivierende Musik, einer Rückenmassage und einer Kaffeebeduftung aus dem Leichtschlafstadium geweckt wird. Der Fahrer hat prinzipiell die Möglichkeit diesen PowerNap ganz individuell nach seinen Vorlieben bzgl. Dauer, Musik, Beduftung und Massage zu gestalten und so sein Leistungsvermögen über den Tag hinweg zu erhalten.

„Power-Napping“ verlängert das Leben und erhöht die Produktivität

5 Ergebnispräsentation einer Studie zu vitalisierenden Maßnahmen während der Fahrt

In den Jahren 2007 und 2008 wurden zwei große Studien zur Untersuchung der Wirksamkeit von vitalisierenden Maßnahmen im Lkw auf die Fahrerkondition durchgeführt. Im ersten Feldversuch im Jahr 2007 wurden drei Maßnahmen prototypisch im Lkw realisiert und durch 19 externe Berufskraftfahrer im realen Autobahnverkehr tagsüber sowie nachts getestet. Eine gezielte Beduftung des Fahrers bei Tag und bei Nacht, der nächtliche Einsatz von blauem Licht sowie ein Massagesitz zur Aktivierung bei Tag und Nacht wurde auf ihre Wirksamkeit hin überprüft. Jeder Fahrer erprobte jede Maßnahme jeweils einmal bei Tag und bei Nacht, Ausnahme: das blaue Licht wurde lediglich in der Nacht appliziert. Die Fahrten mit vitalisierenden Maßnahmen wurden mit herkömmlichen Fahrten ohne Maßnahmen, sogenannten Kontrollfahrten bei Tag und bei Nacht, verglichen. Jeder Lkw-Fahrer war also siebenmal für die Daimler-Studie im Einsatz. Der Menthol-Duft wurde mit einer Nasenbrille im Rhythmus von drei Minuten Beduftung und zwei Minuten Pause appliziert. Das blaue Licht erhellte mit einer Wellenlänge von ca. 460 nm und 7-10 Lux den Fahrzeuginnenraum in der Nacht und sollte die Schläfrigkeit durch Unterdrückung der Ausschüttung des Hormons Melatonin reduzieren. Der sogenannte Powernap-Sitz bietet dem Fahrer auf Wunsch eine 15-minütige, aktivierende Massage.

Verschiedene Messverfahren haben den Fahrerzustand umfassend ermittelt. Dabei wurde die Herzrate mittels EKG, die Augenbewegungen durch das EOG sowie die Hirnströme durch das EEG erfasst, **Bild 3**. Außerdem wurden die Lkw-Verbrauchswerte, die Reaktionsfähigkeit und –zeit der Fahrer, der subjektive Fahrerzustand, der Melatoninspiegel per Speichelprobe sowie die Akzeptanz der Maßnahmen beim Fahrer ermittelt.



Bild 3: Messung der Hirnströme von Lkw-Fahrern im realen Einsatz

Das blaue Licht zeigte lediglich eine schwache Akzeptanz bei den 19 Fahrern im Alter von 29 und 66 Jahren, da es sich in der Windschutzscheibe spiegelt und den Fahrer blendet. Die Auswertung konnte keine Verbesserung der Leistungsfähigkeit, nur eine minimale subjektive Fitnessverbesserung sowie längere Reaktionszeiten und mehr Fehler als bei einer Fahrt ohne blaues Licht feststellen. Nachts reduzierte es jedoch die objektive Müdigkeit, die mittels EEG auch objektiv kontrolliert wurde. Des Weiteren konnte kein Nachweis der Reduktion der Melatoninausschüttung in der Nacht entdeckt

werden. Als vitalisierende Maßnahme wurde es von den Daimler-Experten aufgrund dieser Ergebnisse als mittelmäßig bis schlecht für einen Einsatz im Lkw bewertet.

Die Beduftung mit Menthol wurde mittelmäßig von den Fahrer akzeptiert, was allerdings auf die Applizierung mittels Nasenbrille zurückgeht. Die Beduftung allein hatte eine sehr hohe Akzeptanz. Des Weiteren haben die Fahrer subjektiv ihre Leistungsfähigkeit bei Tag und bei Nacht als gut eingeschätzt. Objektiv zeigte sich lediglich nachts eine Fitnessverbesserung, die mittels EEG und Reaktionszeittests gemessen wurde. Diese Ergebnisse weisen auf eine Unterstützung des Fahrers im Lkw vor allem in der Nacht hin.

Die besten Ergebnisse zeigten sich beim Massagesitz. Die Akzeptanz war sehr hoch, die Leistungsfähigkeit wurde sowohl bei Tag als auch bei Nacht als gut eingeschätzt und insgesamt hat sich die Fitness der Fahrer subjektiv verbessert. Ebenfalls konnte objektiv eine Verbesserung der Müdigkeit tags und nachts mittels EEG gemessen werden. Der Einsatz dieser vitalisierenden Maßnahme im Lkw ist demnach sehr zu empfehlen.

In der oben erwähnten Studie im Jahr 2008 wurde die Wirksamkeit von Fahrmanövern, im Speziellen das Überholen, auf den Fahrerzustand untersucht sowie positive Auswirkungen des Telefonierens während der Fahrt auf den Aufmerksamkeitszustand des Fahrers genauer betrachtet. In einem großen Feldversuch von insgesamt 60 Berufskraftfahrern wurde über 20 Versuchstage eine monotone Fahrsituation simuliert. Je drei Fahrer fuhren in einem geringen Abstand auf einer ehemaligen, für öffentlichen Verkehr nicht freigegebenen, Panzerringstraße über eine Dauer von sieben Stunden hintereinander her und wechselten dabei nach regelmäßigen, zeitlichen Abständen die Position in der Kolonne.

Wieder wurde eine Reihe von Messverfahren eingesetzt, um den Zustand des Fahrers subjektiv und objektiv abbilden zu können. Ermittelt wurden die Hirnströme durch das EEG, die Augenbewegungen durch das EOG, die Herzrate durch das EKG, das Lidschlussverhalten, Lenkradwinkeldaten, die Reaktionszeiten der Lkw-Fahrer und nicht zuletzt die subjektive Einschätzung der Fahrer selbst zu ihrem Konditionszustand.

Die Ergebnisse der vielen verschiedenen Messmethoden haben gezeigt, dass ein Überholmanöver zwar aktivierend wirkt, diese Aktivierung allerdings nur von kurzer Dauer ist. Des Weiteren ermüdet der Fahrer eines hinterherfahrenden Fahrzeuges bei einer Kolonnensituation, wie sie häufig auf deutschen Autobahnen vorzufinden ist, deutlich schneller als der Fahrer eines vorausfahrenden Fahrzeuges mit der Möglichkeit des uneingeschränkten Blickfeldes.

Zur Untersuchung der Wirkung von Telefonaten während monotoner Situationen auf den Fahrerzustand wurden insgesamt sechs Telefonate durch einen Versuchsleiter nach bestimmten zeitlichen Abständen mit den Fahrern durchgeführt. Um mit den Fahrern ein Gespräch von ca. fünf Minuten zu führen, wurde nach der Meinung zu Themen aus verschiedenen Kategorien, wie z. B. Sport und Geschichte, gefragt. Fasst man die Ergebnisse der unterschiedlichen Messverfahren zusammen, so kann man festhalten, dass das Telefonieren als eine Form von Kommunikation während monotoner Fahrsituationen einen aktivierenden Effekt aufzeichnen konnte. Bereits das Klingeln wirkte sich aktivierend auf den Fahrer aus. Die Kondition der Fahrer verbesserte sich und hielt bis zu 20 Minuten an, bevor sie wieder in einen müdigkeitsähnlichen Zustand gefallen ist. Festzuhalten ist, dass eine positive Wirkung des Telefonierens, zumindest in monotonen Situationen, auch aktiv als vitalisierende Maßnahme eingesetzt werden kann.

6 Welche Forschungsergebnisse sind in den Neuen ACTROS eingeflossen?

Durch die vielfältigen Forschungsarbeiten und Studien zur Erholung und Entspannung ist es gelungen, zahlreiche Ergebnisse in den Neuen ACTROS zu transferieren. Dies ist ein

- längeres und breiteres Bett für einen erholsamen Schlaf
- deutlich bessere Lärmdämmung
- Frischluftmanagement für die Standheizung und Standklimaanlage (Sonderausstattung)
- PowerNap mit mechanisch verstellbarem Fahrersitz
- Fahrersitz mit Massagefunktion (Sonderausstattung)

All diese technischen Neuerungen werden dazu führen, dass der Fahrer leistungsstärker ist und so das technische Potential des Neuen ACTROS auch voll ausschöpfen kann.

7 Vergleich der körperlichen und mentalen Beanspruchung: Neuer ACTROS vs. ACTROS MP3

Der Neue ACTROS hat in Bezug auf Sicherheit und Komfort deutlich zugelegt. Ob diese Verbesserungen auch einen messbar positiven Einfluss auf die physische und mentale Beanspruchung eines Fahrers haben und wie groß seine daraus resultierende Leistungssteigerung ist, soll eine entsprechende Vergleichsstudie mit dem bewährten ACTROS MP3 zeigen. Dazu wurden vier professionelle Fahrer in der heißesten Jahreszeit auf Versuchsfahrt in die Sierra Nevada nach Spanien geschickt, **Bild 4**. Ihre Aufgabe war es auf einer topografisch sehr anspruchsvollen Rundstrecke, die aus einem Mix aus Überlandfahrten, engen Ortsdurchfahrten und Autobahnfahrten bestand, möglichst vorausschauend und damit verschleißfrei und spritsparend zu fahren. Um besonders auch die komfortsteigernden Maßnahmen mit einzubinden, übernachteten die Fahrer in Ihren LKWs auf einem typisch spanischen Autobahnrastplatz.



Bild 4: Bei Versuchsfahrten mit dem ACTROS MP3 und dem Neuen ACTROS auf einer topografisch sehr anspruchsvollen Rundstrecke in der Sierra Nevada wurden objektive Messdaten zur Untersuchung von physischen und mentalen Beanspruchungen der Fahrer gemessen

Die Praxisnähe zum üblichen Einsatz im Fernverkehr wurde dadurch nachgebildet, dass die Fahrer eine komplette Arbeitswoche in einem LKW verbrachten, um dann für die zweite Woche das Fahrzeug zu wechseln. Während den Fahrten wurden physiologische Parameter (EKG, EEG) gemessen, die eine objektive Aussage über physische und mentale Beanspruchung erlauben. Die Fahrweisen und Verbrauchsbewertung und damit die Leistungsfähigkeit der Fahrer wurde mittels FleetBoard Daten bestimmt. Zusätzlich zu diesen Messwerten kamen Fragebögen zum Einsatz, die den subjektiven Vergleich bezogen auf die Parameter Komfort allgemein, Erholung in der Nacht und den Fahreigenschaften ermöglichten. Die Ergebnisse aus den physiologischen Messungen sind unterschiedlich stark ausgeprägt; während das EKG einen geringen Unterschied mit Vorteilen seitens des Neuen ACTROS zeigte, konnte aus den Hirnstrommessungen ein um ca. 25 % bessere Entlastung der kognitiven Beanspruchung im Neuen ACTROS nachgewiesen werden. Die ökologische Relevanz dieser Entlastung war auch in den FleetBoard Daten nachweisbar, denn im Neuen ACTROS wurden deutlich bessere Gesamtnoten bei einem geringeren Spritverbrauch erzielt. Damit konnte

gezeigt werden, dass durch gezielte Komfortverbesserungen auch eine objektiv nachweisbare Konditionserhaltung erreicht werden kann, was im Neuen ACTROS eindrucksvoll umgesetzt wurde.

8 Ausblick zu weiteren Forschungsarbeiten zu den Themen Fitness & Gesundheit zur Verbesserung des Wohlbefindens des Fahrers

Zu Forschungszwecken wurde bereits ein TopFit Truck auf Basis des ACTROS MP3 aufgebaut und eingesetzt, **Bild 5**. Im neuen Technologieträger TopFit Truck Next auf Basis des Neuen ACTROS werden nun erste Fitness- und Gesundheitskonzepte prototypisch entwickelt und dargestellt, **Bild 6**. Hierbei werden externe und interne Experten mit ihrem Knowhow aus den Fachgebieten Humanbiologie, Schmerzmedizin, Neurologie, Musik-, Sport- und Ingenieurspsychologie, Physiotherapie, Lichttechnologie und Motivationsforschung sehr eng mit einbezogen. Dies wird zu optimalen Konzepten führen, welche alle Parameter berücksichtigen, die für einen fitten, gesunden und sich wohlfühlenden Fahrer verantwortlich sind.



Bild 5: Technologieträger TopFit Truck zur Erforschung, Entwicklung und prototypischen Darstellung von Fitness- und Gesundheitskonzepten für Lkw-Fahrer

Der Beruf des Fernverkehrsfahrers ist geprägt durch sehr langes Sitzen hinter dem Steuer. Trotz ergonomisch optimierter Fahrerarbeitsplätze und –sitze kann die lange Sitzdauer zum Zusammensinken des Oberkörpers führen, was natürlich zur Folge hat, dass Verspannungen in den Problembereichen wie Nacken, Schultern, unterer Rücken und Hüfte auftreten.

Um diesen Problemen entgegenzuwirken wurde bei der Daimler AG gemeinsam mit Humanbiologen, Medizinern und Sportwissenschaftlern ein **1. Fitnesskonzept mit 10 Übungen** entwickelt, die mit einfachsten Mitteln im Technologieträger TopFit Truck durchgeführt werden können, um so Erkrankungen im Wirbelsäulenapparat präventiv entgegenzuwirken. Die Übungen lassen sich ohne großen Aufwand während der Pausen und Ruhezeiten im geparkten Fahrzeug durchführen. Darüber hinaus können Zwangspausen, z. B. bei längerem Fahrzeugstillstand im Stau, für einfache Übungen direkt im Fahrersitz genutzt werden. Dies ist ein Beitrag zur Erhöhung der Lebensqualität und einer deutlichen Verbesserung des Gesundheitszustandes von Lkw-Fahrern. Mit erweiterter Sichtweise lassen sich positive Effekte für die Verkehrssicherheit erwarten: Ein Fahrer, der ausgeruht und fit ist, fährt auch sicherer.



Bild 6: Der TopFit Truck als Fitnessstudio zur Gesundheitsprävention

Literatur

De Waard, D. & Brookhuis, K. A. (1991). Assessing driver status: a demonstration experiment on the road. *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 23, pp. 297-307.

Mackworth, J. F. (1964). Performance decrement in vigilance, threshold, and high-speed perceptual motor tasks. *Canadian Journal of experimental Psychology*, Vol. 18, pp. 209-223.

Oken, B. S., Salinsky, M. C. & Elsas, S. M. (2006). Vigilance, alertness, or sustained attention: physiological basis and measurement. *Clinical Neurophysiology*, Vol. 117, pp. 1885-1901.

Plath, H.-E. & Richter, P. (1984). Ermüdung – Monotonie – Sättigung – Stress (BMS). Verfahren zur skalierten Erfassung erlebter Beanspruchungsfolgen. Berlin: Psycho-diagnostisches Zentrum.

Rauch, N. (2004). Workload-abhängiger Warn- und Informations-Manager. Interne Literaturrecherche und -analyse im Auftrag der Daimler AG. Würzburg: Universität Würzburg.