

Deutsches
Patent- und Markenamt



Erfinderaktivitäten 2004/2005



Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser der „Erfinderaktivitäten 2004/2005“,

Die Autoren und die Redaktion dieses Bandes sind sicher, dass die Vielfalt der behandelten Themen vom interessierten Laien bis zum Fachmann ein breites Publikum anspricht.

Wie bisher wurden die Artikel von den unmittelbar mit den Themengebieten befassten Fachprüfern des DPMA geschrieben. Die Autoren gewähren z.B. einen Einblick in die historische Entwicklung einer Produktlinie, eines Alltagsgegenstandes oder stellen herausragende Einzelerfindungen der Öffentlichkeit vor. Dabei wird besonderer Wert auf die Aktualität der behandelten Themen gelegt. Auch die Betrachtung eines Einzelthemas aus unterschiedlichen Blickwinkeln durch verschiedene Autoren ist gute Tradition.

Die in den Artikeln genannten Schriften umfassen den bis zum Redaktionsschluss am 19. August 2005 der Öffentlichkeit bekannten Stand der Technik.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen,

Dr. Klaus Wollny

(Redaktion)

Inhalt

Vorwort		2
Inhalt		3
Impressum		4
Der Weg zu den Sternen – Ionen- und Plasmaantriebe	Norbert Bora	5
Verbindungstechnik für steckbare Leiter am Beispiel von Reihenklemmen	Jürgen Brix	14
Der Abfallsammelbehälter – ein Hightech-Produkt	Reiner Fackler	20
Die Einbindung des Diesel-Partikelfilters (Russfilters) in aktuelle Motorsteuerungs-Systeme	Thomas Flaschke	26
250 Jahre Kältetechnik – Vom Kühlschrank zur Laserkühlung	Uwe Gebranzig	34
2005 - Das Einsteinjahr	Uwe Gebranzig	45
Innovative Kunststoffverschlüsse für Getränkeflaschen	Renate Gerheuser	55
Solarzellen	Michael Jaumann	60
Scheibenlaser	Martin Karszewski	70
Chemische Aspekte bei der Reduktion von Russpartikeln in Dieselabgasen	Bernd Kayser	77
Einschlaf-Alarm im Kraftfahrzeug	Stephan Kruij	83
Nadelschutz bei medizinischen Spritzen	Claus Medicus	88
Kanalinspektion für private Grundstückseigentümer: Vorrichtungen für die Kanalfernsehuntersuchung nach DIN 1986-30	Stephanie Radeck & Günter Schulz	95
Fluidunterstütztes Spritzgießen von Kunststoffen	Peter Riedler	101
Photonische Kristalle	Uwe Schwengelbeck	107
Vom Erbsensack zum fliegenden Sender: Der Fussball	Klaus Wollny & Markus Seitz	112

Impressum

Herausgeber Deutsches Patent- und Markenamt
Zweibrückenstraße 12
D-80331 München
www.dpma.de

Redaktion Dr. Klaus Wollny
Tel.: 089 / 2195 - 3319

Gestaltung Klaus Obermaier, Dr. Klaus Wollny

Einschlaf-Alarm im Kraftfahrzeug

Dipl.-Phys. Stephan Kruip, Abt. 1.32

Über 200 Menschen werden jährlich auf deutschen Autobahnen getötet, weil sich übermüdete Autofahrer überschätzen und am Steuer einschlafen [1]. Dieses Problem beschäftigt auch Firmen und Erfinder: Ca. jede Woche wird ein Patentantrag gestellt, der sich damit befasst, das Einschlafen am Steuer rechtzeitig zu erkennen und geeignete Gegenmaßnahmen zu treffen.

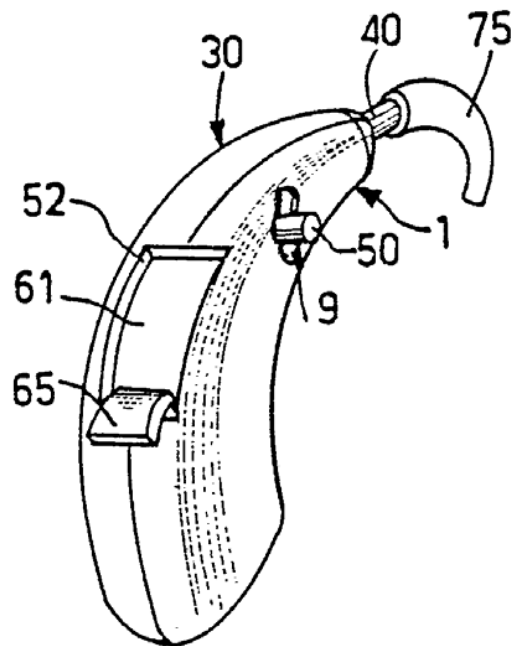
„Sekundenschlaf“ nennen Unfallforscher das Phänomen, das fast alle Autofahrer aus eigener Erfahrung kennen: Man reißt die Augen auf, Adrenalin schießt durch die Adern, schockhaft dringt die Erkenntnis ins Bewusstsein, soeben am Steuer geschlafen zu haben. In Rahmen einer CNN-Umfrage unter 1000 Lastwagenfahrern gaben 60% der Befragten zu, dass sie in den vergangenen vier Wochen kurzzeitig am Steuer eingeschlafen seien (DE 196 21 435 A1). In den USA wird geschätzt, dass ca. 6.500 Unfallopfer auf Schlafen am Steuer zurückzuführen sind. Seit vielen Jahren befassen sich daher Automobilkonzerne und freie Erfinder mit diesem Problem.

Zunächst sollte der Fahrer ausreichend vorher geschlafen haben. In der DE 102 55 544 A1 wird daher vorgeschlagen, dass das Navigationssystem bei Fahrtantritt die persönlichen Schlafzeiten und die Qualität des Schlafes abfragt und aufgrund dieser Daten die Müdigkeit des Fahrers vorhersagt. Das ist natürlich lästig und ungenau.

Zunächst muss also die Müdigkeit beurteilt werden können (Teil 1). Der zweite Teil des Beitrags beschäftigt sich dann mit den möglichen Konsequenzen und Maßnahmen, sobald der Sekundenschlaf oder die nachlassende Aufmerksamkeit des Fahrers festgestellt wurde.

1. Wie kann man Sekundenschlaf direkt feststellen?

Ganz einfach: Der Kopf fällt nach vorne! In der DE 30 13 140 A1 wurde schon 1980 ein Quecksilberschalter in der Form eines Hörgerätes vorgeschlagen, der einen Alarm auslöst, sobald sich der Kopf nach vorne neigt (Fig.1). Dieses Gerät wog 15 g und kam als „drive alert“ auf den Markt [2].



Figur 1: Einschlaf-Alarmgerät mit Gehäuse (1, 30) für Quecksilberschalter und Signalgeber, Positionsarretierung 50 für Quecksilberampulle, Ein-/Aussschalter 65 und Batteriefach 61 (aus DE 30 13 140 A1).

Und von der Eisenbahn sind seit langem sog. „Totmannschalter“ bekannt (DE-PS 464 489 aus dem Jahr 1927): Der Lokführer wird regelmäßig aufgefordert, einen Knopf zu betätigen, die Lok wird automatisch abgebremst, falls die Reaktion ausbleibt. Diese beiden Ansätze haben jedoch den großen Nachteil, dass sie für Autofahrer zu langsam sind. Wie aber ist es möglich, Einschränkungen der „Vigilanz“ (lat. Wachheit, Aufmerksamkeit) schon vor dem Einschlafen zu erkennen?

Die Lösungsansätze können am besten danach gruppiert

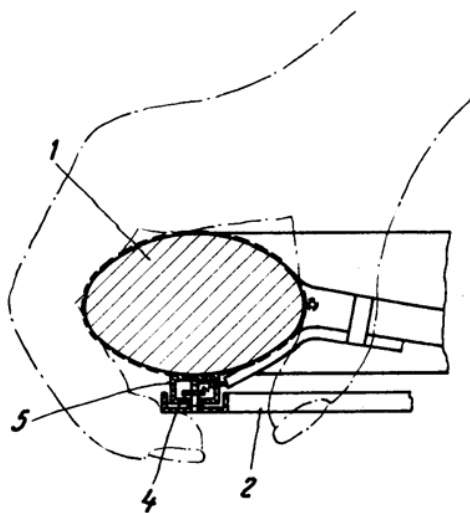
werden, was überwacht wird.

1.1. Überwachung des Gehirns

Die klassische Methode zur Analyse von Schlafzuständen ist das Elektro-Encephalogramm (EEG), also die Messung der Gehirnströme. Auch wenn tragbare EEG-Schlaf-Rekorder verfügbar sind, sind die notwendigen Elektroden am Kopf für den Autofahrer unzumutbar (DE 196 21 435 A1). Die Gehirnaktivität kann auch indirekt bestimmt werden, indem das Fahrzeug eine Frage stellt und die Antwort analysiert, oder eine kleine Auslenkung des Lenkrades simuliert und den unbewussten Reflex des Gegenlenkens misst (DE 103 38 945 A1).

1.2. Überwachung der Hand

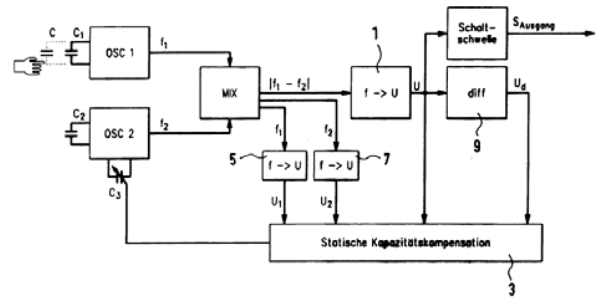
Schon 1951 wurde mit der Patentschrift DE 836 749 B die Idee veröffentlicht, eine Totmannschaltung in Form eines Schaltringes (2) unter dem Lenkrad (1) anzubringen, der ständig betätigt sein muss und beim Loslassen einen Alarm auslöst (Fig. 2). Dem liegt die Überlegung zugrunde, dass ein einschlafender Fahrer den Griff am Lenkrad lockert. Dieses Schaltelement kann nach DE 103 11 895 A1 auch ein im Lenkrad verlaufender Druckschlauch sein, der in regelmäßigen Zeitabständen zusammengedrückt werden muss.



Figur 2: Totmannschaltung mit Schaltring 2 unterhalb des Lenkrades 1 und den Kontakten 4 und 5 (aus DE 836 749 B).

Die Anwesenheit der Hand am Lenkrad wird seit den 70er Jahren auch kapazitiv ermittelt (US 3 703 217 A): Durch

Berühren ändert sich die Kapazität eines im Lenkrad integrierten Kondensators geringfügig. Bildet man mit der Kapazität einen Schwingkreis, wird die Berührung anhand der Änderung der Frequenz des Oszillators erkennbar (DE 44 32 936 A1). Ein Referenzschwingkreis (OSC2) kann dabei langsame Änderungen der Frequenz aufgrund äußerer Störungen kompensieren (DE 101 21 693 C2, Fig. 3).

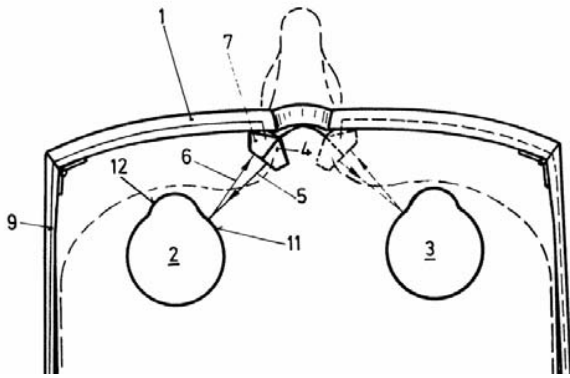


Figur 3: Blockschaltbild zum Erkennen des Kontakts zwischen Hand und Lenkrad (aus DE 101 21 693 C2). Die Hand verändert die Kapazität C1, was zu einem messbaren Frequenzunterschied zwischen den beiden Schwingkreisen OSC1 und OSC2 führt. Die Frequenz wird in (1) in eine Spannung U umgewandelt, und löst bei Überschreiten einer Schaltschwelle das Signal SAusgang aus.

Schreck-Reaktionen, wie sie unter großer Müdigkeit beim Autofahren vorkommen, führen durch erhöhte Schweißabsonderung („psychogalvanische Hautreaktion“) innerhalb weniger Sekunden zu einer höheren Hautleitfähigkeit, die über Metallkontakte am Lenkrad messbar ist (DE 692 09 013 T2).

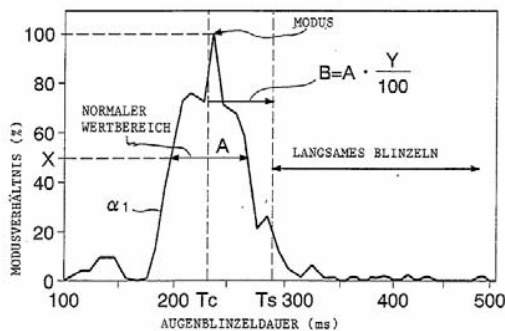
1.3. Überwachung der Augen

Schon 1985 wurde vorgeschlagen, das Auge (2,3 in Fig. 4) mit einer kleinen Lichtquelle (4) am Rand eines Brillengestells (1) zu bestrahlen und die vom Augapfel zurückgeworfenen Lichtstrahlen (6) zu messen (DE 34 20 043 A1), bzw. ohne eigene Lichtquelle die vom Augapfel abgegebene Wärmestrahlung zu bestimmen. Bei Unterschreiten eines Grenzwertes schließt die Elektronik darauf, dass das Auge geschlossen ist, und löst einen Alarm aus. Alternativ können in dem Brillengestell auch zwei Wärmestrahlungsdetektoren untergebracht werden, von denen einer auf das Auge und der zweite auf benachbarte Hautpartien gerichtet sind. Annähernd gleich große Eingangssignale lassen dann darauf schließen, dass das Augenlid geschlossen ist (DE 23 41 105 A1).



Figur 4: Brillengestell mit Messeinrichtung für die am Augapfel reflektierten Lichtstrahlen (aus DE 34 20 043 A1).

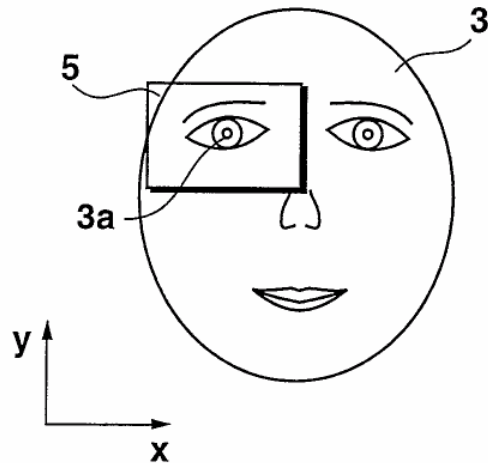
Mit Hilfe einer auf den Fahrer ausgerichteten Kamera und elektronischer Bildverarbeitung lassen sich hier aber inzwischen viel genauere Messdaten gewinnen: Die Software sucht im Infrarotbild die Position der geöffneten Augen und analysiert aus der zeitlichen Bilderfolge die Bewegung der Augenlider, d.h. den Augenlidschlag. Aus der Dauer des Lidschlages, der Häufigkeitsverteilung des Augenblinzels, des Anteils der langsamen Blinzelvorgänge an ihrer Gesamtzahl und ähnlichen Messwerten können unter Verwendung von Wahrscheinlichkeitsverfahren und logischen Verknüpfungen Aussagen über den Schläfrigkeitzustand des Autofahrers abgeleitet werden (DE 100 24 227 A1).



Figur 5: Ermittlung des normalen Wertebereichs A für die Augenblinzeldauer bei Fahrtbeginn. Der Alarm-Grenzwert T_s wird aus dem Median T_c durch Addition einer Konstante errechnet (aus DE 197 15 519 A1).

Allerdings unterliegen die Anzahl der Blinzelvorgänge in einer Zeiteinheit und auch die Blinzeldauer erheblichen Schwankungen zwischen einzelnen Personen und verändern sich auch ohne Müdigkeit im Laufe der Zeit. Um

Fehlalarme zu vermeiden, ist es daher zweckmäßig, bei Beginn der Autofahrt eine personenspezifische Häufigkeitsverteilung der Augenblinzeldauer zu messen (DE 197 15 519 A1, Fig. 5). Darin können dann Schwellenwerte (T_s) bestimmt werden, deren Überschreitung zum Alarm führt.



Figur 6: Kamerablickfeld mit nachgeführtem Beobachtungsfenster 5 zur Messung von Lidschlag oder Pupillendurchmesser 3a des Fahrers 3 (aus DE 198 03 158 C1).

Mit zunehmender Müdigkeit verengen sich außerdem die Pupillen, und es kommt fortschreitend zu Schwingungen des Pupillendurchmessers. Der vom Bildverarbeitungssystem gemessene Pupillendurchmesser kann daher bei einschlaf-typischen Veränderungen zur Alarmauslösung führen (DE 198 03 158 C1, Fig.6).

Ändert der Fahrer die Blickrichtung nur noch selten, kann auch das auf Schläfrigkeit hindeuten. Die JP 06 251 273 A berechnet deshalb die Häufigkeitsverteilung der Blickrichtungsänderungen. Zusätzlich kann die vom vorhandenen Bildverarbeitungssystem bestimmte Position und Bewegung des Kopfes in die Beurteilung einbezogen werden (DE 10 2004 007 234 A1).

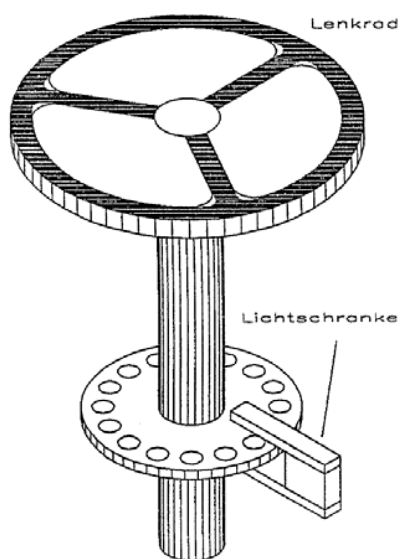
1.4. Überwachung des Autos

Eine häufige direkte Folge des Sekundenschlafes ist, dass das Fahrzeug von der Straße abkommt. Mit Kameras und Bildverarbeitungstechniken ist es heute möglich, die Fahrspur vor dem Fahrzeug zu bestimmen und zu berechnen, ob das Fahrzeug von der Fahrbahn abkommt.

Das „Spur verlassen“ kann die Alarmschwelle der Schlaferkennung herabsetzen oder (anders herum) bei erkannt müdem Fahrer schon bei kleinen Fahrspur-Abweichungen Alarm geben (DE 10 2004 007 234 A1).

Der Fahrer übt während der Fahrt ständig Lenkkräfte auf das Lenkrad aus. Diese sind zwar bei Geradeausfahrt klein und führen nicht zu merklichen Kursänderungen, sie sind jedoch über die Lenksäule als Torsionskraft messbar. Die DE 37 32 782 C2 schlägt deshalb vor, einen Alarm auszulösen, sobald eine gewisse Zeit eine Mindestamplitude an eingeleiteten Kräften unterschritten wird. Dabei kann der Amplitudengrenzwert fahrerspezifisch einstellbar sein und das Zeitfenster von der Fahrgeschwindigkeit abhängen.

Statt der Kraft kann auch das schlichte Vorhandensein von Lenkbewegungen (DE 94 20 765 U1, Fig.7) oder die Anzahl und Richtung der Lenkbewegungsschritte in einer Zeiteinheit (US 4 604 611 A) beurteilt werden.



Figur 7: Lochscheibe und Lichtschranke zur Erzeugung von Lenkbewegungsimpulsen (aus DE 94 20 765 U1).

1.5. Überwachung der Stimme

Am Moskauer Flughafen wurde 1983 die Müdigkeit von Piloten anhand ihrer Sprachspektren bestimmt: Ein Rechner unterzieht häufig gesprochene Worte aus dem Funkverkehr einer Spektralanalyse und gibt Alarm, sobald die Stimmspektren Anzeichen von Müdigkeit zeigen [3].

1.6. Grundlegende Prinzipien bei der Bildung des Alarms

Selbstverständlich können alle diese Messmethoden kombiniert werden, um die Sicherheit der Schlaferkennung zu erhöhen, den Zeitpunkt der Alarmierung zu optimieren oder die Fehlalarmrate zu reduzieren (DE 101 63 967 A1). Werden mehrere Sensoren eingesetzt, erfolgt die Auswertung üblicherweise per Software unter Zuhilfenahme von Fuzzy-Logic, neuronalen Netzen oder „lernender Software“, sog. Expertensysteme (DE 198 18 239 A1). Die erforderlichen Schwellwerte zur Alarmauslösung werden vernünftigerweise personenbezogen eingestellt oder sogar erst bei Beginn der Fahrt ermittelt (DE 197 15 519 A1).

2. Maßnahmen, Reaktionen des Kraftfahrzeuges

Jetzt „weiß“ also das Auto, dass sein Fahrer müde ist und einzuschlafen droht, oder schon eingeschlafen ist. Was kann es tun? Den Fahrer sofort aufwecken! Das geht durch einen akustischen Alarm z.B. über die Lautsprecher des Radios, das auch das typische Geräusch beim Überfahren des Randstreifens nachahmen kann (Nagelbandrattern). Wecken geht auch optisch (Warnanzeige, Blitz) oder haptisch (griech., „auf dem Tastsinn beruhend“, auch lat. „taktil“) mit Hilfe von Lenkradvibratoren oder vibrierendem Fahrersitz (WO 2004 / 078 510 A1). Diese verschiedenen Signalisierungswege können selbstverständlich auch in Abhängigkeit der Alarmstufe kombiniert werden. Das alleine wird aber nicht reichen, denn die meisten Fahrer wissen ja bereits, dass sie müde sind, und fahren dennoch weiter. Ähnlich dem ABS würde die Sicherheit nicht steigen, wenn der Fahrer sorglos und mit dem Bewusstsein weiterfährt, dass ihn das System schon rechtzeitig wieder aufwecken wird.

Aus Sicht der Entwickler wird das Auto deshalb auf ganz andere Ideen kommen: Es erhöht den Sicherheitsabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug, indem es im Kolonnenverkehr notfalls abbremst (DE 100 24 227 A1, DE 101 63 967 A1). Das Navigationssystem führt den Fahrer auf den nächsten Parkplatz (DE 10 2004 007 234 A1) oder die Steuerung legt das Fahrzeug komplett still (US 3 703 217 A). Die Elektronik reguliert den Informationsfluss so, dass der müde Fahrer nicht durch

unnötige Meldungen überlastet wird (DE 692 09 013 T2, DE 100 39 795 C2). Ein virtueller Beifahrer kann den müden Fahrer in eine Unterhaltung zwingen, die die Aufmerksamkeit zumindest zeitweise wieder steigert (DE 102 22 795 A1). Oder das Auto nutzt psychologischen Druck „nahe stehender Personen“ aus: Es informiert automatisch per Telematiksystem die Ehefrau über den kritischen Zustand des Fahrers und fordert sie auf, den Fahrer anzurufen und ihn in ein Gespräch zu verwickeln bzw. zu einer Pause zu überreden (DE 102 22 795 A1).

3. Fazit

Die breite Einführung solcher Systeme scheitert bisher also weniger an der technischen Möglichkeit der exakten Erkennung des Einschlafens, sondern vielmehr an der Frage, was ein solcher Zustand für Konsequenzen haben soll: Die Reaktion des Autos darf den Fahrzeuglenker nämlich nicht verärgern (sonst schaltet er das System ab), aber auch nicht in trügerischer Sicherheit wiegen (dann fährt er weiter). Vielleicht gehört der Einschlaf-Alarm eines Tages genauso selbstverständlich zur Serienausstattung eines Autos wie heute das ABS oder die Wegfahrsperre.

Literatur

- [1] WÜST, C. Alarm vom Augenlid.- In: Der Spiegel 1/2003, S. 116-117.
- [2] Drive Alert für Autofahrer.- In: Elektromarkt, Nr. 3, März 1984, S. 54.
- [3] Müdigkeit erkennen.- In: Funkschau, Nr.9/1983, S. 16.