



Eichung von Atemalkoholmessgeräten

von Kirsten Scharmann

Durch eine Änderung des Straßenverkehrsgesetzes am 1. Mai 1998 wurde die Messung der Atemalkoholkonzentration als zur Blutprobe alternatives Verfahren zur Ermittlung der alkoholbedingten Fahruntüchtigkeit eingeführt. Die Atemalkoholmessung kommt als beweissichere Methode zum Nachweis einer alkoholbedingten Fahruntüchtigkeit derzeit nur im Bereich der Verkehrsordnungswidrigkeiten zum Einsatz. Für den Straftatbestand, der ab 1,1 Promille beginnt, ist weiterhin die Blutprobe, das heißt Blutentnahme und Blutuntersuchung vorgeschrieben.

Die Atemalkoholkonzentration (AAK) ist eine Gas-konzentration und wird in Milligramm Ethanol je Liter Atemluft (mg/l) angegeben. Die Blutalkoholkonzentration (BAK) ist eine Flüssigkeitskonzentration, wird in Promille angegeben und ist die Ethanolmenge in Gramm je Kilogramm Blut.

AAK und BAK sind eigene Messgrößen und können nicht umgerechnet werden. Für beide Konzentrationen wurde jeweils ein eigener Grenzwert für eine Ordnungswidrigkeit festgelegt.

Voraussetzung für die Verwertung der Atemalkoholanalyse vor Gericht ist die Zulassung und Eichung eines Atemalkoholmessgerätes, aber auch die richtige Verwendung. Am 17.12.1998 wurde das erste Atemalkoholmessgerät von der PTB zur Eichung zugelassen.

Das Atemalkoholmessgerät Alcotest 7110 Evidental, Typ MKIII der Firma Dräger Safety AG & Co.KGaA ist in einem kompakten Transportkoffer eingebaut und mit einer Tastatur ausgestattet. Das Gerät ist sowohl für die stationäre als auch für die mobile Anwendung im Polizeifahrzeug geeignet.

Atemalkoholmessung

Für eine Messung der Atemalkoholkonzentration ist die Erfassung der tiefen Lungenluft notwendig, d.h. einer Luftprobe, die aus den Lungenalveolen stammt. In den Alveolen findet der Austausch des Ethanols zwischen den Blutkapillaren und der eingeatmeten Luft statt. Die Messung der Alkoholkonzentration ist ein dynamischer Vorgang. Die Alkoholkonzentration steigt im Laufe des Ausatemprozesses an. Am Anfang des Atemstoßes wird zunächst die Luft aus den oberen Atemwegen ausgestoßen. Erst mit zunehmender Dauer der Ausatmung wird die Luft aus den Alveolen ausgeatmet und nähert sich ihrem Endwert. Eine zuverlässige Messung ist daher nur möglich, wenn die sich kontinuierlich ändernden Konzentrationswerte bei der Ausatmung ihren Endwert erreicht haben und ein individuell vorgegebenes Mindestvolumen ausgeatmet wird.

Das Gleichgewicht zwischen der Konzentration des Ethanol in der Alveolarluft und im Lungenkapillarblut ist ebenfalls von der Temperatur in den Alveolen abhängig. Im Verlauf des Atemstoßes zur Ermittlung der Alkoholkonzentration kühlt sich die Atemluft auf dem Weg von den Alveolen zum Mund ab. Die durchschnittliche Atemtemperatur beim Verlassen des Mundes beträgt 34°C, wobei individuelle Unterschiede von Person zu Person und von Messung zu Messung auftreten können. Diese Unterschiede können z. B. durch äußere Einflüsse wie die Umgebungstemperatur oder durch die körperliche Verfassung des Probanden (Fieber, Unterkühlung, Atemtechniken vor der eigentlichen

Eichung von Atemalkoholmessgeräten



Prüfgasgenerator mit einer Referenzlösung

Probenabgabe) verursacht werden. Um also eine Gleichbehandlung aller Probanden zu gewährleisten wird die tatsächlich gemessene Alkoholkonzentration bei einer bestimmten Atemtemperatur auf die Bezugstemperatur von 34°C umgerechnet.

Das Alcotest ermittelt die Atemalkoholkonzentration mit zwei verschiedenen Messsystemen, einem Infrarotsensor und einem elektrochemischen Sensor. Beide Messsysteme messen unabhängig voneinander die Atemalkoholkonzentration in der ausgeatmeten Luft. Der Atemschlauch des Alcotest 7110 Evidental wird geheizt, so dass eine Kondensation der Atemluft zwischen Mund und Messgerät verhindert wird. Zwei voneinander unabhängige Sensoren bestimmen unmittelbar hinter dem Mundstück die Atemtemperatur und zwei Strömungssensoren messen das von Probanden abgegebene Atemvolumen.

Bei der Durchführung der Atemalkoholmessung an einem Probanden sind folgende Punkte zu beachten:

- ▶ Vor der Atemalkoholmessung muss der Proband eine Kontrollzeit von mindestens zehn Minuten einhalten, in der er weder rauchen noch etwas zu sich nehmen darf.
- ▶ Es sind zwei Einzelmessungen durchzuführen, wobei die 2. Messung zwei bis fünf Minuten nach der 1. Messung erfolgen muss.

Durch die Einhaltung der Kontrollzeit und den Vergleich von zwei Einzelmessungen wird eine Beeinflussung des Messergebnisses durch Mundrestalkohol ausgeschlossen.

Das Alcotest gibt nur ein gültiges Messergebnis der Atemalkoholbestimmung aus, wenn sowohl die Anforderungen an gültige Einzelmessungen bei zwei abgegebenen Atemproben eingehalten werden als auch die Messwerte der beiden Einzelmessungen in bestimmten Grenzen übereinstimmen.

Eine Einzelmessung ist nach DIN VDE 0405-3:1995 **gültig, wenn**

- ▶ das von Alter und Geschlecht vorgegebene Mindestausatemvolumen überschritten wird, bei Männern: 1,6 l bis 3,0 l, bei Frauen: 1,2 l bis 2,0 l
- ▶ der Atemfluss von mindestens 0,1 l/s während der Dauer der Probenabgabe nicht unterschritten wird und
- ▶ die Ausatemzeit von mindestens 3 s eingehalten wird.

Für die Messwerte aus den **beiden** Einzelmessungen muss nach DIN VDE 0405-3:1995 gelten:

- ▶ Differenz zwischen beiden Analysenergebnissen bei Konzentrationen von 0 bis 0,40 mg/l $\leq 0,04$ mg/l bzw. Konzentrationen $> 0,40$ mg/l ≤ 10 % v. Mittelwert
- ▶ Differenz der Ausatemvolumina ≤ 2 l
- ▶ Differenz der Ausatemzeit ≤ 5 s
- ▶ Differenz der Atemtemperaturen $\leq 1,5$ °C

Normale

Die Eichung der Atemalkoholmessgeräte erfolgt unter Benutzung der nachfolgend genannten Geräte und Lösungen, die auf nationale Normale zurückgeführt sind.

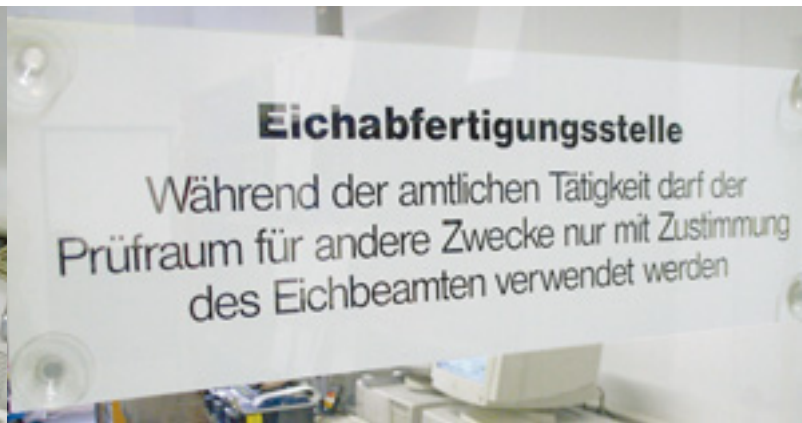
- ▶ Prüfgasgenerator Alcotest, hergestellt von der Firma Dräger Safety AG & Co.KGaA. Der Prüfgasgenerator wird jährlich von der PTB auf das nationale Normal rückgeführt.
- ▶ Zertifizierte Referenzlösung (Ethanol-Wasser-Lösung), deren Zusammensetzung unmittelbar auf nationale Normale rückgeführt ist. Die Ethanolkonzentration der eingesetzten Lösung beträgt $1,03$ g/l $\pm 0,02$ g/l.
- ▶ Kalibriertes Thermometer zur Messung der Temperatur der Ethanol-Wasser-Lösung im Alcotest.

Der Prüfgasgenerator erzeugt mit Hilfe dieser Ethanol-Wasser-Lösung ein wasserdampfgesättigtes Prüfgas bekannter Ethanolkonzentration und definierter Temperatur. Dieses

Eichung von Atemalkoholmessgeräten



Prüfung mit Prüfgasgenerator



Prüfgas wird zur Eichung von Atemalkoholmessgeräten verwendet. Das Trägergas Luft wird mit Ethanol dampf angereichert, wenn das Trägergas durch die Ethanol-Wasser-Lösung geleitet wird. Die Konzentration des Trägergases bleibt dabei konstant, da die verbrauchte Lösung kontinuierlich durch frische Lösung ersetzt wird. Zwischen der Ethanolkonzentration des Gases c_{Gas} über der wässrigen Lösung und der Ethanolkonzentration der wässrigen Lösung $c_{\text{Lösung}}$ besteht im Dampfdruck-Gleichgewicht bei einer Temperatur T der wässrigen Lösung folgender Zusammenhang:

Dubowski-Gleichung

$$c_{\text{Gas}} [\text{mg/l}] = c_{\text{Lösung}} [\text{g/l}] \cdot 10^{-3} \cdot 0,04145 \cdot e^{(0,06583 \cdot t [^{\circ}\text{C}])}$$

Durchführung der Eichung

In Nordrhein Westfalen werden die Atemalkoholmessgeräte von den Mitarbeitern der Betriebsstelle Eichamt Düsseldorf amtlich geeicht. Dazu wurde bei der Firma Dräger in Krefeld eine Eichabfertigungsstelle eingerichtet. In 2006 wurden 837 Alcotest-Geräte geeicht. Die Eichung erfolgt automatisiert unter Verwendung einer speziellen Software.

Zusätzlich wird in der Eichabfertigungsstelle ein amtseigener Alcotest zur Überprüfung der Prüfgasgeneratoren eingesetzt. An jedem Tag, an dem Eichungen vorgenommen werden, werden mit dem amtseigenen Alcotest Kontrollmessungen durchgeführt und dokumentiert.

Ziel dieser Kontrollmessungen ist es,

- ▶ eine zusätzliche Aussage über die Zuverlässigkeit der Prüfgasgeneratoren in Verbindung mit der Wasser-Ethanol-Lösung treffen zu können und
- ▶ auf Veränderungen im System reagieren zu können.

Die Eichung der Geräte besteht aus der Beschaffenheitsprüfung, der messtechnischen Prüfung und der abschließenden Stempelung. Bei der Beschaffenheitsprüfung werden gerätespezifische Parameter des Prüflings wie z. B. Software-Version, Checksumme, Datum und Uhrzeit überprüft.

Bei der anschließenden messtechnischen Prüfung werden die Eigenschaften des Prüflings hinsichtlich Konzentrations-, Temperatur- und Volumenmessung untersucht. Die Parameter der Messungen umfassen insgesamt drei Prüfgaskonzentrationen, drei Temperaturen und zwei Volumenströme. Bei den 3 Prüfgaskonzentrationen handelt es sich um die Ethanolkonzentration Null sowie zwei Ethanolkonzentrationen, die durch die Verwendung einer Ethanol-Wasser-Lösung mit der Lösungskonzentration ($c_{\text{Lösung}}$) bei den Temperaturen 32°C und 37°C hergestellt werden. Der Zusammenhang zwischen Lösungskonzentration, Temperatur und Gaskonzentration wird in der o. a. Dubowski-Gleichung dargestellt. Die bei den beiden Temperaturen erzeugten unterschiedlichen Gaskonzentrationen werden in den Prüfling eingeleitet. Im Prüfling werden die Konzentrationen gemessen, auf die Bezugstemperatur von 34 °C umgerechnet und zur Anzeige gebracht. Die angezeigten Messwerte müssen mit dem nach Dubowski ermittelten Referenzwert auf Einhaltung der Fehlergrenzen überprüft werden.

Die messtechnische Prüfung besteht aus jeweils 3 Messzyklen bei 32°C und 37°C. Sie wird mit folgenden Standardvorgaben am Prüfgasgenerator durchgeführt:

Messtechnische Prüfung	
Bad-Temperatur 1:	32°C ± 0,3°C
Bad-Temperatur 2:	37°C ± 0,3°C
Volumenstrom (Durchfluss):	12 l/min
Begasungsdauer:	15 s
Gasvolumen:	aus PTB-Prüfschein des Prüfgasgenerators

Eichung von Atemalkoholmessgeräten



Prüfung am Wasserbad

Die Temperatur, die die Ethanol-Wasser-Lösung im Alcolcal besitzt, wird über eine am Prüfgasgenerator vorhandene Messstelle für ein externes, kalibriertes Thermometer gemessen. Bei einer automatisierten Durchführung der Prüfungen am Gebrauchsnormal werden die am Prüfling angezeigten Einzelergebnisse für Konzentration und Temperatur durch die Software automatisch auf Einhaltung der vorgegebenen Fehlergrenzen überprüft und bewertet. Diese von der Software vorgeschlagene Bewertung ersetzt jedoch nicht die abschließende Bewertung der Messergebnisse durch den Eichbeamten. Die Messprotokolle werden auf die korrekte Eingabe der von Hand eingegebenen Daten (Konzentration der Ethanol-Wasser Lösung, Eichgültigkeit) vom Eichbeamten kontrolliert.

Außerdem werden überprüft:

► **die Prüfgastemperatur t** (gleich der Badtemperatur)
Die Einzelmesswerte auf dem Protokollausdruck werden mit den zur Messung gehörenden Referenztemperaturen t_{Ref} am Prüfgasgenerator verglichen.
Fehlergrenzen: $t = t_{Ref} \pm 0,3 \text{ °C}$

► **das Prüfgasvolumen V**
Die Einzelmesswerte des Prüfgasvolumens auf dem Protokollausdruck werden mit den für den jeweils aktuellen Luftdruck und die Prüfgastemperatur (32°C oder 37°C) korrigierten Referenzvolumen V_{Ref} aus dem PTB-Prüfschein des Prüfgasgenerators verglichen.
Fehlergrenzen: $V = V_{Ref} \pm 15 \%$

► **die Ethanolkonzentration im Prüfgas c_{Gas} bei 34 °C**
Aus der Konzentration der zertifizierten Ethanol-Wasser-Lösung wird mit Hilfe der Dubowski-Gleichung die Ethanolkonzentration im Prüfgas bei der Bezugstemperatur von 34°C berechnet.

Beispiel	
c_{Gas}	$= c_{Lösung} \cdot 10^{-3} \cdot 0,04145 \cdot e^{(0,06583 \cdot t)}$
c_{Gas}	$= 1,0292 \text{ g/l} \cdot 10^{-3} \cdot 0,04145 \cdot 9,37662$
c_{Gas}	$= 0,400 \text{ mg/l}$
c_{Gas} in mg/l	– Ethanolkonzentration im Prüfgas
$c_{Lösung}$ in g/l	– Konzentration der eingesetzten Ethanol-Wasser-Lösung = $1,0292 \text{ g/l}$
t in $^{\circ}\text{C}$	– Bezugstemperatur 34°C

Der so ermittelte **Referenzwert c_{Gas}** ist mit den Einzelmesswerten des Prüflings auf dem Protokollausdruck zu vergleichen und auf Einhaltung der Eichfehlergrenzen zu untersuchen.

Eichfehlergrenzen für eine Gaskonzentration	
unterhalb von $0,400 \text{ mg/l}$	$0,020 \text{ mg/l}$
zwischen $0,400 \text{ mg/l}$ und $1,00 \text{ mg/l}$	5% vom Referenzwert
zwischen $1,00 \text{ mg/l}$ und $2,00 \text{ mg/l}$	10% vom Referenzwert
oberhalb von $2,00 \text{ mg/l}$	20% vom Referenzwert

Bei der Prüfung am Wasserbad (Ethanolkonzentration Null) wird die korrekte Temperaturmessung bei 34 °C geprüft. Die Flaschen des Wasserbades werden mit Wasser befüllt und das Wasserbad auf $34 \text{ °C} \pm 0,3 \text{ °C}$ temperiert. Der so hergestellte Wasserdampf mit 34 °C wird in den Prüfling geblasen. Gleichzeitig wird mit dieser Messung der Nullpunkt der Konzentrationsanzeige überprüft.

Am Ende der messtechnischen Prüfung wird das neue Eichdatum in die Parameterliste des Prüflings gesetzt. Die Elektronik im Prüfling gewährleistet dann, dass bei abgelaufener Gültigkeitsdauer der Eichung keine Messung mehr möglich ist. Die Geräte unterliegen einer halbjährlichen Nacheichpflicht.

Durch Ausstellen eines Eichscheines wird für jedes einzelne Gerät die Einhaltung der Eichfehlergrenzen bestätigt und die Eichgültigkeitsdauer dokumentiert; dies ist für gerichtsverwertbare Messungen unverzichtbar.

