

Aus dem Institut für Rechtsmedizin
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Vorstand: Professor Dr. med. Wolfgang Eisenmenger

**Begleitstoffanalyse von Whisk(e)y zur
Überprüfung von Trinkangaben im Rahmen
rechtsmedizinischer Alkoholuntersuchungen**

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Markus Frank Oliver Lentrodt
aus München

2008

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Professor Dr. med. Matthias Graw

Mitberichterstatter: Professor Dr. med. Dr. h.c. Dietrich Seidel

Dekan: Professor Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser, FACR

Tag der mündlichen Prüfung: 28.10.2008

Meinem Vater, Arzt und Vorbild,
meiner Mutter und meinem Bruder

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
1.1	Alkohol im Straßenverkehr	1
1.2	Whisk(e)y	6
2	MATERIAL UND METHODE	10
3	ERGEBNISSE	14
3.1	Allgemeine Daten	14
3.1.1	Untersuchungskollektiv	14
3.1.2	Whiskies gegliedert nach Herkunft	15
3.1.3	Whiskies gegliedert nach Volumenprozent Ethanol	16
3.1.4	Whiskies gegliedert nach Hauptgruppen	17
3.2	Begleitstoffuntersuchungen	18
3.2.1	Begleitstoffspektrum gegliedert nach Hauptgruppen	18
3.2.1.1	Begleitstoffspektrum Blended Scotch Whisky (Hauptgruppe 1)	18
3.2.1.2	Begleitstoffspektrum Canadian Whisky (Hauptgruppe 2)	19
3.2.1.3	Begleitstoffspektrum Irish Whiskey (Hauptgruppe 3)	20
3.2.1.4	Begleitstoffspektrum Kentucky Straight Bourbon (Hauptgruppe 4) und Tennessee Whiskey (Hauptgruppe 7)	21
3.2.1.5	Begleitstoffspektrum Pure Malt Scotch Whisky (Hauptgruppe 5) und Single Malt Scotch Whisky (Hauptgruppe 6)	23
3.2.1.6	Begleitstoffspektrum Exoten (Hauptgruppe 8)	25
3.2.2	Begleitstoffspektrum gegliedert nach Alter des Whisky	28
3.2.3	Begleitstoffspektrum gegliedert nach Volumenprozent Ethanol	32
3.2.4	Gesamt-Begleitstoff-Spektrum Whisky	37
3.2.5	Begleitstoffspektrum der Doppelproben gleicher Whiskies	38

3.3	Laborkontrollen	39
3.3.1	Reliabilität der Messungen	39
3.3.2	Verdünnungsfehler	40
4	DISKUSSION	41
4.1	Einleitung	40
4.2	Allgemeine Daten	44
4.3	Begleitstoffe	47
4.4	Präzision und Richtigkeit	50
4.5	Allgemeine Überlegungen und Ausblick	51
5	ZUSAMMENFASSUNG	53
6	LITERATURVERZEICHNIS	55
7	WHISK(E)Y-TABELLARIUM	60
7.1	Vorbemerkung	60
7.2	Whisk(e)y-Tabellarium alphabetisch	63
7.3	Whisk(e)y-Tabellarium nach Hauptgruppen	95
	DANKSAGUNG	127
	LEBENS LAUF	129

1 EINLEITUNG

1.1 Alkohol im Straßenverkehr

Der Genuss von alkoholischen Getränken war und ist Teil des Lebens in vielen Kulturkreisen der Welt, wobei in der Regel von weiten Kreisen auch die schädlichen Folgen des Alkoholmissbrauchs anerkannt werden. Zahlreiche Aspekte des menschlichen Lebens sind eng mit Alkohol verbunden: dazu gehören Sozialkontakte, Festlichkeiten, zeremonielle Handlungen und religiöse Rituale. In einigen Kulturen ist der Konsum alkoholischer Getränke eng in das Alltagsleben integriert, Alkohol gilt dort als Nahrungsmittel; in anderen ist der Genuss von Alkohol verboten, Alkohol gilt dort als unakzeptabel. In allen Ländern und Kulturen unterliegt der Alkoholkonsum bestimmten gesetzlichen oder gesellschaftlichen Einschränkungen (ICAP 2000).

Alkoholunfälle im Straßenverkehr sind Unfälle, bei denen mindestens einer der Beteiligten (Fahrer oder Fußgänger) alkoholisiert war. Alkoholeinfluss wird von der Polizei ab einer Blutalkoholkonzentration (BAK) von 0,3 Promille angenommen (ALBRECHT et al. 2003a). Trotz der insgesamt günstigen Abwärtsentwicklung beim alkoholbedingten Unfallgeschehen, die sich in den Unfallstatistiken 2000-2004 erneut bestätigen (DEUTSCHE HAUPTSTELLE FÜR SUCHTFRAGEN 2006), stellt Alkoholkonsum als Unfallursache in Deutschland nach wie vor ein bedeutsames Sicherheitsproblem dar. Aus diesem Grunde hat das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit zum 1. April 2001 die 0,5 Promille-Grenze anstelle der alten 0,8 Promille-Grenze mit voller Strafbewehrung in Kraft gesetzt. Wer mit einer Blutalkoholkonzentration von 0,5 Promille oder mehr, bzw. einer Atemalkoholkonzentration von 0,25 mg/l oder mehr ein Fahrzeug führt, dem drohen ein Fahrverbot, mindestens 250 € Geldbuße sowie 4 Punkte im Flensburger Verkehrszentralregister. Die Auswirkung dieser neuen gesetzlichen

Regelung auf die Verkehrssicherheit wird von der Bundesanstalt für Straßenwesen evaluiert (ALBRECHT et al. 2003b) .

Alkohol im Straßenverkehr stellt eine Gefährdung durch Enthemmung und Einschränkungen der Motorik dar, ein ausufernder Konsum führt eventuell zur verminderten oder gar aufgehobenen Steuerungsfähigkeit.

Alkohol wirkt dämpfend auf Einzelfunktionen und vor allem auf komplexe Gesamtleistungen des Zentralnervensystems. Da zuerst vor allem hemmende Gehirnfunktionen gedämpft werden, resultiert im Initialstadium der Alkoholisierung eine generelle Enthemmung („Schwips“), bis dann mit zunehmendem Trunkenheitsgrad sämtliche Funktionen beeinträchtigt werden. Gestört wird vor allem die Bewegungskoordination im Kleinhirn. Die Ausfälle werden dabei meist vom Betroffenen selbst bereits deutlich registriert, bevor sie Drittpersonen auffallen (PENNING 1997).

Nach gut begründeten Schätzungen ist davon auszugehen, dass bei ca. 50 % aller Verkehrstoten (amtliche Statistik: „nur“ 20 %) die Alkoholisierung zumindest eines Verkehrsteilnehmers zum Unfall führte. Alkoholisierung im Straßenverkehr ist trotz dieser verheerenden Folgen ein Massendelikt (PENNING 1997).

Bei der forensischen Behandlung von Trunkenheitsdelikten spielt die Blutethanol-Konzentration zur Tatzeit nach wie vor die entscheidende Rolle. Da Blutproben schlechterdings nicht unmittelbar zur Tatzeit entnommen werden können, sondern Minuten oder Stunden danach, ist grundsätzlich eine Rückkalkulation auf den Vorfallszeitpunkt erforderlich. Über welchen Zeitraum zurückgerechnet werden darf, und ob dabei Abzüge vorgenommen werden müssen (etwa weil ein Teil auch noch nach der Tat getrunken wurde), hängt unter anderem von den Angaben des Beschuldigten zu seinen Trinkmodalitäten ab. Aus einem objektiven Messergebnis kommt man mithin zu einem in hohem Maße subjektiven, weil durch den Betroffenen selbst beeinflussbaren Tatzeitwert. Dieses ist natürlich unbefriedigend und es besteht erhebliches forensisches Interesse, solche subjektiven Angaben auf ihren Wahrheitsgehalt zu

überprüfen. Der quantitative Nachweis von Begleitstoffen alkoholischer Getränke in den Blutproben hat hier neue Wege eröffnet. Grundlage jeder Begutachtung muss die Kenntnis der infragekommenden alkoholischen Getränke und ihres Begleitstoffgehalts sein (BONTE 1987).

Zur Begleitstoffuntersuchung wird das Verfahren der Gaschromatographie genutzt. Durch Optimierung des Verfahrens bzgl. höherer Empfindlichkeit und Trennschärfe können verschiedenste Alkohole wie vor allem Methanol, Propanol-1, Isobutanol, Butanol-2 u.a., also die sog. Begleitstoffe, Fuselalkohole oder Aromastoffe sowohl in Getränken als auch in Blutproben genau unterschieden und quantifiziert werden. Da die charakteristischen Begleitstoffspektren der verschiedensten alkoholhaltigen Getränke bekannt und in entsprechenden Nachschlagwerken tabellarisch erfasst sind, können aus der Zusammensetzung dieser Begleitstoffe in einer untersuchten Blutprobe z.T. zwar nur ungefähre, z.T. aber sehr exakte Rückschlüsse auf die zuvor aufgenommenen Getränkesorten und -mengen gezogen werden.

Hauptsächlich wird die Methode zur Überprüfung sog. Nachtrunkbehauptungen eingesetzt („ich hatte vor dem Unfall keinen Alkohol getrunken, danach aber auf den Schreck hin $\frac{1}{4}$ Liter Whisky“). Findet man dann in der Blutprobe keine whiskytypischen Begleitstoffe, dafür aber ein klassisches Bierspektrum, kann die Behauptung eindeutig widerlegt werden. Je weiter tatsächliches und behauptetes Trinkverhalten voneinander abweichen, desto größer ist die Chance des eindeutigen Gegenbeweises. Hierzu führen vor allem zwei Konstellationen: (1) In der Blutprobe finden sich Begleitstoffe, die in den angegebenen Getränken so nicht enthalten sind. (2) In der Blutprobe fehlen Begleitstoffe, die nach der angegebenen Getränkeaufnahme enthalten sein müssten. Speziell zu Fragen der Alkoholisierung im Straßenverkehr und deren rechtlicher Wertung hat sich in der Bundesrepublik eine extrem detailbezogene Rechtsprechung entwickelt, die vorschreibt, welche Eventualitäten zur möglichen Entlastung eines alkoholisierten Kraftfahrers bei der Begutachtung herangezogen werden müssen. Für den medizinischen Gutachter sind deshalb fundierte Kenntnisse über

Alkoholstoffwechsel und mögliche Alkoholwirkungen sowie über die hierzu relevante Rechtsprechung v.a. des Bundesgerichtshofs (BGH) erforderlich. Aus juristischer Sicht sind aufgrund experimentell nachweisbarer Ausfälle mit 0,65 ‰ BAK die meisten (→ die „alte“ 0,8-Promille-Grenze incl. Sicherheitszuschlag), mit 1,0 ‰ BAK (→ 1,10-Promille-Grenze incl. Sicherheitszuschlag) alle Kraftfahrer unabhängig von ihrer Alkoholgewöhnung fahruntüchtig. Aufgrund dieser Grenzwerte wird also vor allem bei Nachtrunkeinlassungen, bei denen angegeben wird, in kurzer Zeit viel Alkohol konsumiert zu haben, oft um die tatsächlichen BAK-Werte gestritten, weshalb hier die Konzentrationen und die Begleitstoffanalyse eine bedeutsame Rolle zur korrekten Feststellung der zum Tatzeitpunkt herrschenden BAK spielen. Da Nachtrunkangaben in der überwiegenden Mehrzahl reine Schutzbehauptungen sind, können diese vielfach durch die Begleitstoffanalyse widerlegt werden (PENNING 1997).

Der Konsum alkoholischer Getränke als „legale Rauschdroge“ hat neben den rechtlichen Konsequenzen auch Auswirkungen auf die Gesundheit. Der Alkoholkonsum in Deutschland liegt auf einem so hohen Niveau, dass die gesundheitlichen, sozialen und wirtschaftlichen Schäden den Nutzen weit übersteigen. Es zeigt sich, dass bestimmte Alkoholfolgen, wie die Häufigkeit von Leberzirrhosen, eng mit dem Pro-Kopf-Konsum zusammenhängen (HÜLLINGHORST 2001).

Der Pro-Kopf-Verbrauch alkoholischer Getränke betrug im Jahr 2001 für die Bundesrepublik 152,8 l. Der insgesamt geringfügige Rückgang im Vergleich zum Vorjahr (154,4 l) ist lediglich auf den leicht gesunkenen Konsum von Bier (125,5 l) zurückzuführen. Der Verbrauch von Spirituosen blieb mit 5,8 l konstant, während der Konsum von Wein (19,7 l), und Schaumwein (4,2 l) anstieg. Besonders hervorgehoben wird eine fortgesetzte Steigerung des Absatzes von so genannten Mischgetränken und Cocktails, die aufgrund ihres oft hohen Zuckergehaltes bedenklicherweise insbesondere auch den Alkoholkonsum unter Jugendlichen fördern dürften. Der Pro-Kopf-Verbrauch an reinem Alkohol blieb

mit 10,5l auf dem nach wie vor hohen Niveau des Vorjahres. Im weltweiten Vergleich für das Jahr 2000 liegt Deutschland hinsichtlich des Alkoholkonsums weiterhin in der Spitzengruppe. Aktuelle Analysen zu alkoholbezogenen Gesundheitsstörungen und Todesfällen, die bisher als Bevölkerungsindikatoren kaum genutzt wurden, gehen von jährlich rund 73.000 alkoholbedingten Todesfällen in Deutschland aus. Der bedeutendste Anteil der alkoholbezogenen Todesfälle an allen Todesfällen zeigt sich für den mittleren Altersbereich der 35- bis 65-Jährigen mit 13% bei Frauen bzw. 25% bei Männern (MEYER und JOHN 2003).

1.2 Whisk(e)y

Whisky (von „uisgebaugh“ = Wasser des Lebens; ähnlich aqua vitae) wurde in Schottland und Irland wahrscheinlich seit dem 12. Jahrhundert destilliert (WAUGH 1978).

Das für den Hausgebrauch bestimmte Getränk aus gemälzter Gerste wurde erst nach der Schlacht bei Culloden 1746, in welcher die Engländer die Schotten besiegten, in der abendländischen Welt bekannt. In Nordamerika wurde im Jahre 1780 die erste Destille in Lexington/Kentucky eröffnet; bis dahin war Rum das vorherrschende Getränk. Der amerikanische Whiskey, der zunächst aus Roggen hergestellt wurde, wurde durch die schottischen und irischen Einwanderer rasch verbreitet. 1791 wurde bereits die erste Verbrauchssteuer eingeführt, wodurch es zu einer blutigen Rebellion kam. Die Whiskey-Hersteller wurden in Kentucky nur vergleichsweise gering besteuert. Daher entwickelte sich in der nachfolgenden Zeit hier das Zentrum der Whiskey-Herstellung. Im Bourbon County vermischte man den Roggen etwa 1:1 mit Mais und schuf damit den Bourbon-Whiskey, das wohl typischste alkoholische Getränk der USA (CARSON 1963).

Bei den schottischen Whiskies ist zu unterscheiden zwischen den Getränken, welche ausschließlich aus gemälzter Gerste hergestellt werden (Malt Whisky) und solchen, die aus Gerste und Mais ohne Mälzung produziert werden (Grain Whisky). Verschnitte (nicht im Sinne der Begriffsbestimmungen für Spirituosen) aus beiden tragen die Bezeichnung Blended Whisky. Letztere sind bei uns am häufigsten erhältlich. In den USA schätzt man vor allem den Bourbon, der aus Mais und Roggen gebrannt wird und unterscheidet ihn von reinen Roggendestillaten (Rye Whiskey). Geringere Bedeutung haben der Malt Whiskey (aus gemälzter Gerste), der Rye Malt Whiskey (aus Roggen und Malz), der Wheat Whiskey (aus Weizen) und der Corn Whiskey (aus Mais). Ferner gibt es Klassifikationen „straight“, „blended straight“ oder „blended“. „Straight“ (reiner) Whiskey stammt aus ein und demselben Herstellungsprozess. Bei der

Destillation wird darauf geachtet, dass der Äthanolgehalt des Destillats nicht mehr als 80 Vol.-% erreicht. Je niedriger der Äthanolgehalt des Destillats ist, desto körperreicher und aromatischer ist das Endprodukt, welches durch wässrige Verdünnung auf Trinkstärke erzeugt wird (BONTE 1987).

Zur Herstellung von Kornbranntweinen (zu den Kornbranntweinen gehören auch die schottischen, irischen, amerikanischen und kanadischen Whiskies) werden die zugelassenen Getreidearten zunächst geschrotet und mit schwefelsäurehaltigem Wasser verkleistert. Zur Verzuckerung wird der Maische etwa 15% Darrmalz zugesetzt. Der Ansatz wird dann im Vormaischbottich bei etwa 56° C gerührt (optimaler Temperaturbereich für die Malzdiastase). Nach Hitzesterilisierung wird die zuckerhaltige Maische durch Spezialhefen vergoren und abgebrannt (BONTE 1987).

Die Brennblase wird im traditionellen Verfahren mit dem Vergorenen erhitzt. Zunächst verdampfen die hochgradig flüchtigen Stoffe (u.a. Acetaldehyd, Methanol, kurzkettige Ester) (Vorlauf). Bei stärkerer Erhitzung verdampft schließlich der Äthylalkohol und wird durch einfache Einrichtungen kondensiert (Hauptlauf) und separiert. Schließlich verdampfen auch die Substanzen mit höherem Siedepunkt (Nachlauf), die dem nächsten Brenn-Ansatz wieder zugefügt werden. Die Hauptphase wird in derselben Weise noch einmal verarbeitet. Die Kunst bei der Herstellung hochwertiger Spirituosen besteht also in einer möglichst sorgfältigen Phasentrennung. Die Erfahrung des Brennmeisters spielt hier die ausschlaggebende Rolle, und geprüft wird auch heute noch fast ausschließlich organoleptisch. Es hat sich herausgestellt, dass der Verbleib von mäßig hohen Konzentrationen von Fuselstoffen (Nachlauf) für den spezifischen Geschmack von Edelbranntweinen unerlässlich ist (SCHORMÜLLER 1974).

Der charakteristische, rauchige Geschmack wird dadurch erzeugt, dass die gemälzte Gerste über einem Torffeuer gedarrt wird, dem Sägemehl aus Eiche, Erle, Weißbuche oder Birke zugegeben wird. Dabei kommt das Malz intensiv mit dem Rauch in Berührung. Nach der Reifung wird das Malz gesiebt, fein

gemahlen und eingemaischt. In den Maischbottichen scheidet sich die Würze durch Perforierplatten ab. Sie wird dann in den sog. Backs mit Brauhefe versetzt und 48 Stunden vergoren. Die Destillation erfolgt ausschließlich im Brennblasverfahren. Wenngleich dieses ursprüngliche Herstellungsverfahren auch heute noch gepflegt wird, sind heute die meisten der im Handel erhältlichen schottischen Whiskymarken Verschnitte (Blended Whiskies). Der gemälzten Gerste wird in unterschiedlichen Mengenverhältnissen ungemälzte Gerste und Mais zugesetzt, was den Whisky leichter und bekömmlicher machen soll. Die typische intensive Farbe wird häufig durch Zusatz von gebranntem Zucker oder auch durch Lagerung in alten Sherry-Fässern erzeugt. Der Unterschied bei der Erzeugung des milderen irischen Whiskys besteht darin, dass das Malz zwar auch über Torffeuer getrocknet wird, aber so, dass es nicht mit dem Rauch der Feuerung in Berührung kommt. Der amerikanische Whiskey (ähnlich auch der kanadische) wird aus gemälztem und ungemälztem Getreide (Mais, Roggen, Gerste) ohne Verwendung von Torfrauch hergestellt. Der Rauchgeschmack wird durch mehrjährige Lagerung in angekohlten Eichenholzfächern erreicht. Im Prinzip werden zwei Herstellungsmethoden unterschieden. Bei der Sweet-Mash-Methode wird Mais-Roggen-Maische mit gemälzter Gerste versetzt, gerührt, erhitzt und abgekühlt. Man fügt dann frische Hefe hinzu und vergärt in einem offenen Fass. Die Destillation erfolgt im Brennblasenverfahren. Bei der Sour-Mash-Methode wird der Maische erhitzte Restflüssigkeit einer vorhergehenden Destillation (slop) zugesetzt. Der Ausdruck „sauer“ hängt wahrscheinlich mit dem sauren Geschmack der Restflüssigkeit zusammen. Für den Geschmack des ebenfalls im Brennblasenverfahren destillierten Whiskys hat dies keine entsprechende Bedeutung. Der kanadische Whisky wird aus Weizen gebrannt und nicht so lange gelagert, wie alle anderen Sorten (BONTE 1987).

Whisk(e)y dient als Massenkonsumgetränk und wird vor allem auch in so genannten Mix- und Modegetränken immer beliebter, wobei gerade die hohe

Alkohol Vol.-%-Konzentration von rund 40% des Whisk(e)y im Gegensatz zum Bier von rund 5 Vol.-% eine alarmierende Tatsache darstellt.

Whisk(e)y ist somit aufgrund seiner weltweiten Verbreitung und der enormen Vielzahl verschiedenster Whisk(e)y-Arten ein besonderes Getränk, dessen Untersuchung und Analyse im Hinblick auf den Straßenverkehr daher frühere Werke, zum Beispiel das Standardwerk „Begleitstoffe alkoholischer Getränke“ von Wolfgang Bonte aus dem Jahre 1987 ergänzen kann und darf, was Ziel der vorliegenden Arbeit sein soll.

2 MATERIAL UND METHODE

Als Untersuchungsgrundlage wurden in 13 verschiedenen Lokalitäten (Bars, Restaurants und Hotels) 355 Whisky-Proben gezogen um folgende Begleitstoffe analysieren zu können:

- Ethanolgehalt in Vol.-% (Angabe lt. Etikett)
- Methanol in mg/l
- Acetaldehyd in mg/l
- Propanol-1 in mg/l
- Butanol-2 in mg/l
- Ethylacetat in mg/l
- Iso-Butanol in mg/l
- n-Butanol in mg/l
- 2,3-Methyl-Butanol-1 in mg/l

Die gekühlt gelagerten Proben wurden 1:10 (1 ml mit Aqua ad 10 ml) und 1:100 (100 µl mit Aqua ad 10 ml) verdünnt und anschließend gaschromatographisch auf ihre Begleitstoffe hin analysiert.

Der Ansatz für die Doppelbestimmung bestand aus:

- 0,500g Natriumsulfat
- 0,250 ml Probe (1:10 oder 1:100)
- 0,500 ml aqua ad iniectabilia
- 0,100 ml tert.- Butanol 0,008% (Standard)

Folgende Geräte wurden für die Begleitstoffanalyse der Proben mittels Headspace-Technik herangezogen:

- Gaschromatograph GC 8420 (Perkin Elmer, Shelton, USA)
- Headspace Autosampler HS 101 (Perkin Elmer, Shelton, USA)

Als interner Standard wurde tert.-Butanol 0,008 % verwendet, welches in der eigentlichen Probe nicht enthalten ist und somit von der eigentlichen Probensubstanz gaschromatographisch einwandfrei trennbar ist.

Die Eichung erfolgte wässrig, indem aus der jeweiligen Stammlösung durch Verdünnung mit Aqua ad iniectabilia interne Eichstandards hergestellt wurden. Diese wurden nach Zusatz des internen Standards aufgearbeitet und konnten somit über Peakfläche und Einwaage berechnet werden.

Externe Qualitätskontrollen wurden bei jedem Probenlauf in wässriger Form (Fa. Medichem) mit angesetzt und somit die Richtigkeit der internen Eichung gemessen. Desweiteren wurde die Präzision laufend intern überwacht als auch die Teilnahme an externen Ringversuchen brachte positive Ergebnisse.

Eine Überprüfung der verwendeten Pipetten und der Messwaage hat stattgefunden.

Die Analyse wurde nach dem üblichen gaschromatographischen Verfahren mittels Head-space-Technik durchgeführt (MACHATA 1967). Hierzu wurde in unserem Fall folgende Kapillarsäule verwendet: Rtx 1701 60m, 0,53 mm ID, 0,3 µm df.

Zur gaschromatographischen Auftrennung der Begleitalkohole bedient man sich oft gepackter Säulen. Für die Belegung eignen sich insbesondere Carbowax-Präparationen, aber auch zahlreiche andere Stoffe (BONTE et al. 1981; IFFLAND et al. 1982; URBAN et al. 1984).

Die qualitative Auswertung der Chromatogramme erfolgt über den Vergleich mit Chromatogrammen bekannter Referenzlösungen. Gleiche Substanzen haben bei sonst konstanten Bedingungen dieselben Retentionszeiten (KAISER 1985).

Die quantitative Auswertung ist im Prinzip manuell per Peakhöhenmessung durch Vergleich mit dem Standard möglich. Besser ist die Peakflächenmessung. Sie kann näherungsweise aus dem Produkt aus Peakhöhe und Halbwertsbreite errechnet oder planimetrisch ermittelt werden (BONTE 1987).

Die Größe der jeweiligen, für einzelne Alkohole spezifischen Peaks ist also proportional zum entsprechenden Gehalt und wird somit anhand eines internen Standards quantifiziert (PENNING 1997).

Bei dem pneumatischen Dosiersystem der Perkin-Elmer-Geräte ist das auf die Säule aufgetragene Probenvolumen vom Gasdruck im Probenfläschchen und der Öffnungszeit des Injektionsventils abhängig. Je höher der Gasdruck und je länger die Öffnungszeit sind, desto größer ist das zur Analyse gelangende Probenvolumen, welches direkten Einfluss auf die Nachweisempfindlichkeit hat (Bonte 1987).

Mit der Head-space-Technik können die meisten Begleitstoffe ohne vorherige Anreicherung erfasst werden. Bei diesem Verfahren wird die Probe in einem verschlossenen Probenbehälter erhitzt, wodurch die flüchtigen Bestandteile teilweise in die Dampfphase übergehen. Nach Erreichen des Gleichgewichts werden dem Dampfraum über der Flüssigkeit (Head Space) mit einem pneumatischen System einige ml Gas entnommen und analysiert. Die Methode

ist das sauberste Analyseverfahren, weil keine unverdampfbaren Stoffe (wie z.B. Eiweiß) in den Einspritzblock gelangen und somit eine Säulenvergiftung verhindert wird. Da die Begleitstoffe entsprechend ihren physikalischen Eigenschaften in unterschiedlichem Maße in die Dampfphase übergehen, lassen sie sich in der Head-space-Technik je nach Temperatur nur mehr oder weniger unvollständig erfassen. Das Spektrum der Begleitstoffe im Chromatogramm ist also eingeschränkt; die wichtigsten sind aber jedenfalls ausreichend zu erfassen (BASSETTE et al. 1962; BASSETTE und ÖZERIS 1963; KEPNER et al. 1963, 1964; KEMMNER und KOLB 1966; RAPP et al. 1973).

3 ERGEBNISSE

Vorbemerkung:

Den Hauptteil der Untersuchungsergebnisse stellt das im Anhang ab Seite 60 abgedruckte und im Sinne eines Nachschlagewerkes zu verwendende Tabellarium dar. In ihm sind die Kenndaten und die Begleitstoffkonzentrationen aller untersuchten Einzel-Whiskies erfasst.

3.1 Allgemeine Daten

3.1.1 Untersuchungskollektiv

Die als Ausgangsmaterial gewonnenen 355 Whiskyproben beinhalteten 55 Doppelproben und 14 Wiederholungsproben für die Fehleranalyse, sodass 286 unterschiedliche Whiskyproben für die zentrale Begleitstoffanalyse zur Verfügung standen. Doppelproben (Kapitel 3.2.5) sind solche, bei denen in unterschiedlichen Lokalisationen gleiche bzw. sich nur durch die Füllmenge der jeweiligen Flaschen unterscheidende Whiskymarken als Probenspender dienten. Für die Überprüfung der Geräte- und Verdünnungsfehler (Kapitel 3.3) wurden einmal 9 und einmal 5 Proben aus ein und derselben Whiskyflasche verwendet.

Art der Whisky - Probe	Probenanzahl (n=)
unterschiedliche Whiskies	286
Doppelproben	55
Proben für Fehleranalyse	14
Gesamt	355

Tab. 1: Gesamtkollektiv (n=355)

3.1.2 Whiskies gegliedert nach Herkunft

Mit 211 Whiskies (74%) kommt der Großteil der untersuchten unterschiedlichen Whiskies (n=286) aus Schottland. Nach den USA (13%; n=36) und Irland (10%; n=28) spielt Kanada als Herkunftsland mit nur 2% (n=5) bereits eine untergeordnete Rolle. Einzelnennungen (Gesamtvolumen 1%) betreffen die Länder Frankreich (n=1), Australien (n=1), Deutschland (n=1), Japan (n=1) und Neuseeland (n=1).

Herkunftsland	Probenanzahl (n=)	Prozent
Schottland	211	74
USA	36	13
Irland	28	10
Kanada	5	2
Frankreich	2	<1
Australien	1	<1
Deutschland	1	<1
Japan	1	<1
Neuseeland	1	<1
Gesamt	286	100

Tab. 2: Gliederung nach Herkunft (n=286)

3.1.3 Whiskies gegliedert nach Volumenprozent Ethanol

Der Ethanol-Gehalt (lt. Etikett) der unterschiedlichen Proben (n=286) lag im Mittel bei 44,4 Vol.-%.

Im untersuchten Kollektiv zeigte sich mit 70 % (n=200) ein deutlicher Schwerpunkt der Whiskies mit einem Ethanolgehalt von 40-44,9 Vol.-%.

29 Whiskies (10,2%) wiesen eine Alkoholkonzentration von über 55 Vol.-% auf; keiner der Whiskies wies eine geringere Alkoholkonzentration als 40 Vol.-% auf.

Gehalt Ethanol in Vol.-% (lt. Etikett)	Probenanzahl (n=)	Prozent
40 - 44,99 Vol.-%	200	70
45 - 49,99 Vol.-%	41	14
50 - 54,99 Vol.-%	16	6
55 - 59,99 Vol.-%	20	7
60 - 64,99 Vol.-%	9	3
Gesamt	286	100

Tab. 3: Gliederung nach Volumenprozent lt. Etikett (n=286)

3.1.4 Whiskies gegliedert nach Hauptgruppen

Die 286 Proben verteilten sich wie folgt auf die acht unten angegebenen Hauptgruppen, wobei die Gruppe der Single Malt Scotch Whiskies mit 65% den Hauptanteil aller untersuchten Proben ausmachte. Als Exoten wurden solche bezeichnet, die aufgrund ihrer Herkunft nicht zu einer der anderen Hauptgruppen zuzuordnen waren und aufgrund ihrer außergewöhnlichen Herkunft als Rarität anzusehen sind.

Hauptgruppe	Gruppen - Nr.	Probenanzahl (n=)	Prozent
Single Malt Scotch Whisky	6	185	65
Kentucky Straight Bourbon	4	31	11
Irish Whiskey	3	28	9
Blended Scotch Whisky	1	22	7
Exoten	8	8	3
Canadian Whisky	2	5	2
Tennessee Whiskey	7	5	2
Pure Malt Scotch Whisky	5	2	1
Gesamt		286	100

Tab. 4: Gliederung nach Hauptgruppen (n=286)

3.2 Begleitstoffuntersuchungen

3.2.1 Begleitstoffspektrum gegliedert nach Hauptgruppen

3.2.1.1 Begleitstoffspektrum Blended Scotch Whisky (Hauptgruppe 1)

Die Blended Scotch Whiskies (Gruppe 1; n=21) wiesen im Vergleich zu den übrigen Hauptgruppen durchschnittliche Begleitalkoholkonzentration auf. Etwas niedriger waren die Gehalte an Ethylacetat und 2,3-Methylbutanol-1; höher der Gehalt an Butanol-2.

Gruppe 1 Blended Scotch Whisky n=21		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	34	41	253	1,6
	STABWN	10	21	57	1,3
	MIN	17	5	100	0,0
	MAX	51	83	369	4,1
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	MW	79	268	4	384
	STABWN	48	48	1	143
	MIN	6	187	2	184
	MAX	172	386	6	797

Tab. 5: Begleitstoffspektrum Blended Scotch Whisky (n=21)

3.2.1.2 Begleitstoffspektrum Canadian Whisky (Hauptgruppe 2)

Das Spektrum der Begleitalkohole bei den kanadischen Whiskies (Gruppe 2; n=5) wies durchweg etwas niedrigere Konzentrationen als die übrigen Whiskygruppen auf. Lediglich Acetaldehyd lag im mittleren Konzentrationsbereich aller Whiskies.

Gruppe 2 Canadian Whisky n=5		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	23	56	76	0,3
	STABWN	3	21	56	0,2
	MIN	19	32	26	0,0
	MAX	29	86	165	0,6
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	MW	77	124	2	299
	STABWN	38	107	1	93
	MIN	22	60	1	195
	MAX	139	336	3	448

Tab. 6: Begleitstoffspektrum Canadian Whisky (n=5)

3.2.1.3 Begleitstoffspektrum Irish Whiskey (Hauptgruppe 3)

Die irischen Whiskies (Gruppe 3; n=28) wiesen im Vergleich zu den übrigen Hauptgruppen eine jeweils durchschnittliche Konzentration an Begleitalkoholen auf. Keine der gemessenen Konzentrationen hob sich nennenswert vom entsprechenden Begleitstoff der anderen Hauptgruppen ab.

Gruppe 3 Irish Whiskey n=28		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	30	50	246	0,6
	STABWN	5	28	71	0,8
	MIN	23	3	140	0,0
	MAX	39	159	390	4,0
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methylbutanol-1
	MW	136	231	11	827
	STABWN	79	123	9	396
	MIN	11	57	1	225
	MAX	340	712	36	2127

Tab. 7: Begleitstoffspektrum Irish Whiskey (n=28)

3.2.1.4 Begleitstoffspektrum Kentucky Straight Bourbon (Hauptgruppe 4) und Tennessee Whiskey (Hauptgruppe 7)

Beide US-amerikanischen Hauptgruppen Kentucky Straight Bourbon (Gruppe 4; n=31) und Tennessee Whiskey (Gruppe 7; n=5) zeigten im Vergleich der Hauptgruppen etwas höhere Werte für Methanol, Isobutanol und 2,3-Methylbutanol-1, sowie eine niedrigere Konzentration von Propanol-1. Darüber hinaus wies Acetaldehyd in der Hauptgruppe der Tennessee Whiskies eine niedrigere Konzentration auf. Alle diese Werte lagen aber innerhalb der Standardabweichung des jeweiligen Begleitalkohols für alle Whiskies.

Gruppe 4 Kentucky Straight Bourbon n=31		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	61	43	152	0,6
	STABWN	17	34	72	0,5
	MIN	33	5	58	0,0
	MAX	107	103	298	2,4
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	MW	326	505	6	2453
	STABWN	243	232	2	834
	MIN	45	216	3	1519
	MAX	1033	1322	9	5088

Tab. 8: Begleitstoffspektrum Kentucky Straight Bourbon (n=31)

Gruppe 7 Tennessee Whiskey n=5		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	57	32	123	0,2
	STABWN	11	23	5	0,1
	MIN	46	10	114	0,0
	MAX	74	77	127	0,4
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	MW	174	779	4	2290
	STABWN	58	224	1	407
	MIN	92	333	3	1737
	MAX	260	923	5	2949

Tab. 9: Begleitstoffspektrum Tennessee Whiskey (n=5)

3.2.1.5 Begleitstoffspektrum Pure Malt Scotch Whisky (Hauptgruppe 5) und Single Malt Scotch Whisky (Hauptgruppe 6)

Die zwei schottischen Whisky-Gruppen Pure Malt Scotch Whisky (Gruppe 5; n=2) und Single Malt Scotch Whisky (Gruppe 6; n=185) waren sich in ihren jeweiligen Begleitalkoholkonzentrationen ähnlich und wiesen im Vergleich zu den anderen Hauptgruppen weder auffallend höhere noch niedrigere Konzentrationswerte auf.

Einzelwerte Ballantine´s Pure Malt aus Gruppe 5 Pure Malt Scotch Whisky (2 Proben aus versch. Flaschen)		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	WERT 1	23	75	212	0,5
	WERT 2	23	76	218	0,5
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	WERT 1	141	349	7	1005
	WERT 2	141	351	7	1019

Einzelwerte Johnnie Walker Pure Malt aus Gruppe 5 Pure Malt Scotch Whisky (2 Proben aus versch. Flaschen)		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	WERT 1	22	85	199	0,5
	WERT 2	24	90	208	0,5
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	WERT 1	183	414	8	1196
	WERT 2	203	433	10	1253

Tab. 10: Begleitstoffspektrum Pure Malt Scotch Whisky (n=2)

Anmerkung zu Tabelle 10:

Da die Gruppe 5 der Pure Malt Scotch Whiskies nur zwei Whiskysorten (n=2) beinhaltet, werden hier für jeden der beiden Whiskies die Einzelwerte von 2 Proben aus verschiedenen Flaschen der gleichen Whiskysorte aufgeführt.

Gruppe 6 Single Malt Scotch Whisky n=185		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	31	68	247	0,8
	STABWN	7	29	54	1,5
	MIN	19	5	147	0,0
	MAX	68	200	407	14,0
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	MW	236	416	8	1280
	STABWN	150	158	3	412
	MIN	9	204	0	644
	MAX	772	1117	17	2949

Tab. 11: Begleitstoffspektrum Single Malt Scotch Whisky (n=185)

3.2.1.6 Begleitstoffspektrum Exoten (Hauptgruppe 8)

Die acht Whiskies, die aufgrund ihrer Herkunft als echte Exoten zu bezeichnen sind und nicht einer der oben genannten Hauptgruppen 1-7 zuzuordnen waren, wurden in der Gruppe 8 zusammengefasst und getrennt ausgewertet.

Bezüglich des Gehaltes an Begleitalkoholen ist der Whisky Michel Couvreur, Single Malt de Bourgogne, Frankreich hervorzuheben, dessen Methanol-Werte deutlich höher und dessen Ethylacetat-, Butanol-1- und 2,3-Methylbutanol-1-Werte deutlich niedriger waren.

Bei Cameron Brig, Single Grain Whisky, Schottland und dem Whisky-Liqueur Drambuie, Schottland waren wiederum deutlich niedrigere Ethylacetat-, Butanol-1- und 2,3-Methylbutanol-1-Werte sowie zusätzlich ein niedriger Acetaldehyd-Gehalt zu beobachten.

Sullivans Cove, Australien, Single Malt Whisky	Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	18	62	106	0,0
	Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol 1	2,3-Methyl- butanol-1
	153	78	5	635

Slyrs, Deutschland, Bavarian Single Malt Whisky	Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	30	46	209	0,0
	Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol 1	2,3-Methyl- butanol-1
	250	346	2	801

Armorik, Frankreich, Single Malt de Bretagne	Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	25	59	265	0,3
	Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol 1	2,3-Methyl- butanol-1
	166	310	13	1005

Michel Couvreur, Frankreich, Single Malt de Bourgogne	Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	107	62	282	0,0
	Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol 1	2,3-Methyl- butanol-1
	81	179	2	129

Suntory, Japan, Pure Malt Whisky	Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	0	81	2	0,0
	Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol 1	2,3-Methyl- butanol-1
	285	229	5	920

Lammerlaw, Neuseeland, Single Malt Whisky	Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	30	62	247	0,0
	Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol 1	2,3-Methyl- butanol-1
	214	505	4	1666

Cameron Brig, Schottland, Single Grain Whisky	Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	30	6	330	0,6
	Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol 1	2,3-Methyl- butanol-1
	49	293	3	128

Drambuie, Schottland, Whisky Liqueur	Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	64	9	265	1,1
	Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol 1	2,3-Methyl- butanol-1
	73	236	4	282

Tab. 12: Begleitstoffspektrum Exoten (n=8)

3.2.2 Begleitstoffspektrum gegliedert nach Alter des Whisky (Hauptgruppenunabhängig)

Für die Begleitalkohole Methanol, Butanol-2 und Butanol-1 ließ sich mit zunehmendem Alter des Whisk(e)y keine Veränderung der jeweiligen Begleitstoffkonzentration erfassen.

Ein mäßiger Konzentrationsanstieg in der Gruppe der 18- bis 24-jährigen und in der Gruppe der 25-jährigen und älteren Whiskies konnte für Acetaldehyd, Propanol-1 und Isobutanol nachgewiesen werden, was wie auch bei 3.2.3 auf eine Korrelation schließen läßt.

Leichte Konzentrationsanstiege über alle Altersklassen hinweg fanden sich bei Ethylacetat und 2,3-Methylbutanol-1, die aber wiederum innerhalb der Standardabweichung lagen.

Alter	Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
3 (79)	39	46	217	0,8
4-11 (47)	32	54	214	0,7
12-14 (53)	31	56	230	0,7
15-17 (35)	34	60	212	0,5
18-24 (34)	36	75	255	0,6
>25 (38)	33	88	282	1,4
MW alle Whiskies	34	63	235	0,8
STABWN	14	30	70	1,3

Alter (n)	Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol 1	2,3-Methylbutanol-1
3 (79)	159	351	8	1143
4-11 (47)	165	344	8	1206
12-14 (53)	164	331	7	1073
15-17 (35)	203	376	7	1304
18-24 (34)	343	460	8	1551
>25 (38)	381	579	8	1654
MW alle Whiskies	236	407	8	1322
STABWN	162	187	4	698

Tab. 13: Übersicht Begleitstoffspektrum gegliedert nach Alter des Whisky

3 Jahre n=79		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	39	46	217	0,8
	STABWN	17	29	81	1,7
	MIN	17	3	26	0,0
	MAX	107	200	404	14,0
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methylbutanol-1
	MW	159	351	8	1143
	STABWN	103	214	6	795
	MIN	6	57	0	128
	MAX	465	1117	35	3217

Tab. 14: Begleitstoffspektrum 3 jährige Whiskies (n=79)

4-11 Jahre n=47		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	32	54	214	0,7
	STABWN	14	25	63	0,7
	MIN	19	5	58	0,0
	MAX	102	106	362	3,2
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	MW	165	344	8	1206
	STABWN	86	111	5	426
	MIN	22	68	0	195
	MAX	505	723	36	2183

Tab. 15: Begleitstoffspektrum 4-11 jährige Whiskies (n=47)

12-14 Jahre n=53		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	31	56	230	0,7
	STABWN	10	25	58	0,8
	MIN	20	7	102	0,0
	MAX	67	159	390	4,0
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	MW	164	331	7	1073
	STABWN	97	103	3	523
	MIN	9	60	0	237
	MAX	580	718	12	3044

Tab. 16: Begleitstoffspektrum 12-14 jährige Whiskies (n=53)

15-17 Jahre n=35		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	34	60	212	0,5
	STABWN	16	28	42	0,4
	MIN	22	9	117	0,0
	MAX	107	128	298	1,7
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	MW	203	376	7	1304
	STABWN	139	139	3	833
	MIN	59	204	0	528
	MAX	890	965	12	5088

Tab. 17: Begleitstoffspektrum 15-17 jährige Whiskies (n=35)

18-24 Jahre n=34		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	36	75	255	0,6
	STABWN	14	28	72	0,5
	MIN	23	6	65	0,0
	MAX	80	122	407	2,4
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	MW	343	460	8	1551
	STABWN	226	196	3	795
	MIN	50	276	2	578
	MAX	1032	1322	16	4853

Tab. 18: Begleitstoffspektrum 18-24 jährige Whiskies (n=34)

25 Jahre und älter n=38		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	33	88	282	1,4
	STABWN	8	26	57	2,1
	MIN	21	23	187	0,2
	MAX	67	159	394	9,3
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	MW	381	579	8	1654
	STABWN	180	183	3	485
	MIN	30	311	5	831
	MAX	772	1045	17	2949

Tab. 19: Begleitstoffspektrum 25 jährige und ältere Whiskies (n=38)

3.2.2 Begleitstoffspektrum gegliedert nach Volumenprozent Ethanol (lt. Etikett) des Whisky

Für die Begleitalkohole Methanol, Butanol-2 und 2,3-Methylbutanol-1 ließ sich mit zunehmender Volumenprozentkonzentration keine signifikante Veränderung der jeweiligen Begleitstoffkonzentration nachweisen.

Konzentrationsanstiege über alle Volumenprozentgruppen hinweg fanden sich bei Isobutanol und Butanol-1; deutliche bei Propanol-1.

Nicht statistisch signifikante Konzentrationsanstiege für die höchstprozentigen Whiskies (60-64,99 Vol.-%) zeigten sich für die Begleitalkohole Acetaldehyd und Ethylacetat.

Vol.-% (lt. Etikett)	Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
40-44,99%	31	55	219	0,7
45-49,99%	44	63	219	0,8
50-54,99%	49	77	253	0,7
55-59,99%	41	70	313	1,7
60-64,99%	40	95	341	0,5
MW alle Whiskies	35	60	231	0,8
STABWN	14	30	70	1,3

Vol.-% (lt. Etikett)	Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methylbutanol-1
40-44,99%	155	326	7	1003
45-49,99%	311	518	7	1911
50-54,99%	426	568	9	2180
55-59,99%	332	542	9	1673
60-64,99%	560	672	10	1979
MW alle Whiskies	218	393	8	1276
STABWN	162	187	4	698

Tab. 20: Übersicht Begleitstoffspektrum gegliedert nach Vol.-% (lt. Etikett) des Whisky

Vol.-% 40-44,99% (lt. Etikett) n=200		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	31	55	219	0,7
	STABWN	10	26	60	0,8
	MIN	17	3	26	0,0
	MAX	107	159	390	4,9
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	MW	155	326	7	1003
	STABWN	81	129	5	476
	MIN	6	57	0	128
	MAX	442	893	36	3217

Tab. 21: Begleitstoffspektrum Whisk(e)y von 40-44,99 Vol.-% (n=200)

Vol.-% 45-49,99% (lt. Etikett) n=41		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	44	63	219	0,8
	STABWN	21	29	69	1,4
	MIN	19	9	99	0,0
	MAX	102	118	372	9,3
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	MW	311	518	7	1911
	STABWN	200	197	4	785
	MIN	64	216	0	798
	MAX	1033	1322	16	4853

Tab. 22: Begleitstoffspektrum Whisk(e)y von 45-49,99 Vol.-% (n=41)

Vol.-% 50-54,99% (lt. Etikett) n=16		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	49	77	253	0,7
	STABWN	20	42	82	0,4
	MIN	32	5	69	0,0
	MAX	107	142	362	1,4
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	MW	426	568	9	2180
	STABWN	216	229	5	863
	MIN	45	234	3	1237
	MAX	890	1045	23	5088

Tab. 23: Begleitstoffspektrum Whisk(e)y von 50-54,99 Vol.-% (n=16)

Vol.-% 55-59,99% (lt. Etikett) n=20		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	41	70	313	1,7
	STABWN	13	44	61	3,4
	MIN	22	5	207	0,0
	MAX	68	200	404	14,0
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	MW	332	542	9	1673
	STABWN	172	206	3	469
	MIN	9	306	5	1010
	MAX	772	1117	14	2575

Tab. 24: Begleitstoffspektrum Whisk(e)y von 55-59,99 Vol.-% (n=20)

Vol.-% 60-64,99% (lt. Etikett) n=9		Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
	MW	40	95	341	0,5
	STABWN	5	19	47	0,4
	MIN	32	54	287	0,0
	MAX	48	122	407	1,5
		Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methyl- butanol-1
	MW	560	672	10	1979
	STABWN	56	139	3	215
	MIN	443	472	5	1619
	MAX	629	938	16	2387

Tab. 25: Begleitstoffspektrum Whisk(e)y von 60-64,99 Vol.-% (n=9)

3.2.4 Gesamt-Begleitstoff-Spektrum Whisky

Die 286 untersuchten unterschiedlichen Whiskies zeigten ein variables Begleitstoffprofil an, die Varianzen der einzelnen Substanzen sind erheblich.

	MW in mg/l	STABWN	VK	MIN	MAX
Methanol	35	14	41	17	107
Acetaldehyd	60	30	51	3	200
Propanol-1	231	70	30	26	407
Butanol-2	0,8	1,3	*	0	14
Ethylacetat	218	162	74	6	1033
Iso-Butanol	393	187	48	57	1322
Butanol-1	8	4	57	0	36
2-Methyl-butanol-1	2	38	1688	0	642
3-Methyl-butanol-1	1276	698	55	128	5088

Tab. 26: Mittlerer Begleitstoffgehalt aller untersuchten Whiskys (n=286); (*VK nur sinnvoll, wenn MW > 1)

3.2.5 Begleitstoffspektrum der Doppelproben gleicher Whiskies

Vorbemerkung: Zur Frage inwieweit sich das Begleitstoffspektrum gleicher Whiskies nach der Abfüllung verändert, wurden die gewonnenen Doppelproben (n=55) untersucht. Doppelproben sind solche, bei denen in unterschiedlichen Lokalisationen die gleichen Whiskymarken bzw. sich nur durch die Füllmenge unterscheidende Whiskymarken als Probenspender dienten.

Bei den jeweils gleichen Whiskies variierte der Gehalt der untersuchten Begleitalkohole mit Abweichungen von 4 % (MIN) bis 6 % (MAX) vergleichsweise gering (Tab. 27).

Gleiche Whiskymarken bzw. sich nur durch die Füllmenge unterscheidende Whiskymarken variieren in den Begleitstoffspektren differenter Proben also nur unwesentlich.

	Methanol	Acetaldehyd	Propanol-1	Butanol-2
Konzentrationsabweichung in %	5	6	5	3
	Ethylacetat	Iso-Butanol	Butanol-1	2,3-Methylbutanol-1
Konzentrationsabweichung in %	5	4	5	5

Tab. 27: Konzentrationsabweichungen der Begleitalkohole aller Doppelproben

3.3 Laborkontrollen

3.3.1 Reliabilität der Messungen

Um die Präzision des eingesetzten Analysegerätes zu überprüfen, wurde eine Serienanalyse durchgeführt. Hierfür wurden aus der ausgewählten Whiskyflasche eine größere Probe entnommen, im Labor insgesamt verdünnt und dann auf neun Einzelproben verteilt, welche auf ausgewählte Begleitstoffe untersucht wurden. Für jeden Begleitstoff wurden neben den jeweils neun Einzelwerten der Mittelwert, die Standardabweichung und der Variationskoeffizient berechnet. Die Variationskoeffizienten lagen für die untersuchten fünf Begleitstoffe zwischen 4 und 10.

Probe	Methanol	Acetaldehyd	Prop-1	Iso-But	2,3-Methylbutanol-1
G1	53	30	127	783	2636
G2	60	33	118	740	2045
G3	53	26	124	691	2064
G4	55	k.E.	122	699	2145
G5	55	30	124	731	k.E.
G6	55	26	115	652	1915
G7	53	31	131	738	2222
G8	56	32	122	702	2065
G9	59	27	119	670	1956

MW	55	29	122	712	2131
STABW	2	3	5	38	211
VK	4	9	4	5	10

Tab. 28: Variationskoeffizienten für die Zuverlässigkeit der Messungen

3.3.2 Verdünnungsfehler

Um den Fehler bei der Verdünnung der Proben (1:10 und 1:100) für die Begleitstoffanalyse zu ermitteln, wurden wiederum Serienanalysen desselben Probenmaterials durchgeführt. Hierfür wurden aus einer Whiskyprobe fünf Unterproben mit der Verdünnung 1:10 und weitere fünf Unterproben mit der Verdünnung 1:100 hergestellt. Die nun zur Verfügung stehenden zehn Proben derselben Whiskyflasche wurden jeweils zweimal auf ihre Begleitstoffe hin untersucht. Pro Begleitstoff und Verdünnung wurden so zehn Messwerte gewonnen. Die Verdünnungsfehler lagen mit einem Variationskoeffizienten von 4 – 10 innerhalb der unter 3.3.1 genannten Bereiche.

4 DISKUSSION

4.1 Einleitung

Schon ein Verfolgen der Tagespresse zeigt, dass Alkohol einen bedeutenden Platz in unserer Gesellschaft einnimmt. Sowohl bei Verbrechen als auch Unfällen jeglicher Art ist häufig von einer Alkoholbeeinflussung der Täter bzw. Unfallverursacher zu lesen.

Deutschland liegt bezüglich des jährlichen Pro-Kopf-Verbrauches von reinem Alkohol seit Jahrzehnten nach wie vor an einer Spitzenposition. 1980 konsumierten die Deutschen durchschnittlich 12,5 Liter und 1993 11,5 Liter reinen Alkohol pro Kopf. (BROCKHOFF 1994; JUNGE 1994).

Für 1998 geben REHN et al. (2001) 10,6 Liter für Deutschland an, während benachbarte Länder wie Belgien (8,9l), Italien (7,7l), Niederlande (8,1l) und Polen (6,2l) teilweise deutlich niedrigere Werte aufweisen können.

Ein besonderes Gefahrenpotential für unsere Gesellschaft stellt der Alkohol im Straßenverkehr dar. Der volkswirtschaftliche Schaden, der von alkoholisierten Verkehrsteilnehmern angerichtet wird, ist immens. Ethanol zeigt seine schädigende Wirkung nirgends deutlicher als im Straßenverkehr (KRÜGER 1995).

In einer amerikanischen Studie aus dem Jahr 1990 von MILLER und BLINCOE (1994) wird der volkswirtschaftliche Schaden für die USA auf jährlich 148 Mrd. Dollar geschätzt. Entsprechende Schätzungen für Deutschland existieren nicht. Rechnet man über das Verhältnis der Einwohnerzahlen auf deutsche Verhältnissen um, käme man auf etwa 50 Mrd. Euro pro Jahr. Dagegen nimmt sich der volkswirtschaftliche Schaden, der durch chronischen Alkoholismus verursacht wird, beinahe bescheiden aus. ROMMELSPACHER et al. (1989) haben ihn für Deutschland auf etwa 9 Mrd. Euro pro Jahr geschätzt.

15.896 durch Alkoholunfälle in Deutschland getötete Verkehrsteilnehmer zwischen 1990 und 1999 zeigen deutlich, wieviel Schaden der Alkohol in unserer Gesellschaft erzeugt (HAUPTVERBAND DER GEWERBLICHEN BERUFGENOSSENSCHAFTEN und DEUTSCHER VERKEHRSSICHERHEITSRAT 1999).

Die Blutalkoholkonzentration (BAK) ist ein wichtiger Parameter für Mediziner, Gerichte sowie Ermittlungsbehörden wie beispielsweise die Polizei.

Zahlreiche Untersuchungen haben ergeben, dass die Auftretenshäufigkeit von Trunkenheitssymptomen mit der Höhe der BAK korreliert. Die BAK zum Tatzeitpunkt kann bei fehlender Nachtrinkeinlassung durch Rückrechnung der Ergebnisse der Blutalkoholanalyse ermittelt werden. Da jedoch eine der häufigsten insbesondere nach Verkehrsdelikten vor Gericht getätigten Einreden die des Nachtrunks ist, ist somit die Begleitstoffanalyse gefordert.

Um bei der BAK-Rückrechnung einen möglichst niedrigen Wert zu erhalten, wird die Behauptung aufgestellt, man habe nach dem rechtsrelevanten Geschehen in einem nicht beobachteten Augenblick (beispielsweise nach Entfernen vom Geschehensort) – sozusagen auf den Schreck – noch Alkohol nachgetrunken. Je nach Umfang des angegebenen Nachtrunks und der zur Verfügung stehenden Zeit kann eine solche Behauptung zum Beispiel durch Zeugenaussagen oft nicht widerlegt werden. Hierunter ist zu verstehen, dass bei kurzfristiger Aufnahme größerer Mengen Alkohol die Anflutungssymptomatik auffallend stark ausgeprägt sein müsste, was durch Zeugenaussagen wie beispielsweise der begleitenden Polizeibeamten oder des blutentnehmenden Arztes bestätigt oder widerlegt werden könnte. Die Methode der Wahl ist in einem solchen Fall die Begleitstoffanalyse (HUCKENBECK und BONTE 2003).

Obwohl sich die Katerwirkung besonders begleitstoffreicher Getränke längst herumgesprochen hat, ist nicht so bekannt, dass sich in nahezu jedem alkoholischen Getränk neben dem Ethanol sog. Fuselalkohole finden. Die Konzentrationsunterschiede hinsichtlich der aliphatischen Alkohole und natürlich

auch des Methanols sind beträchtlich und daher bedarf es im Einzelfall der Analyse des spezifischen genannten Getränks, um die im Blut eines Probanden/Täters vorgefundenen Begleitstoffkonzentrationen hinsichtlich seiner Trinkbehauptungen (etwa beim Nachtrunk) überprüfen und interpretieren zu können.

Das Hauptanwendungsgebiet der Begleitstoffanalyse ist die Überprüfung von Trinkeinlassungen. Bei den Nachtrunkbehauptungen überwiegen – begründet durch die oftmals nur kurze, für den Nachtrunk zur Verfügung stehende Zeitphase – die hochprozentigen Getränke, an erster Stelle Weinbrand gefolgt von Wodka und Whisky (SCHÜTZ et al. 1992).

Die Beschuldigten gaben fast immer an, vor dem rechtsrelevanten Vorfallszeitpunkt alkoholarme Getränke getrunken zu haben (hauptsächlich Bier). Bei der Angabe, vorher Bier und nachher Weinbrand getrunken zu haben, handelt es sich um eine geradezu klassische Konstellation (BONTE 1987). Bonte zeichnet damit ein ganz ähnliches Bild wie schon URBAN et al. 1983.

Begleitstoffe sind Nebenprodukte bei der alkoholischen Gärung. Die hierfür benötigten Enzyme werden von den Hefen zur Verfügung gestellt. Dabei werden die Hexosen über Triosen und Brenztraubensäure zu Ethanol und Kohlendioxid verstoffwechselt. Während die Butanole als bakterielle Stoffwechselprodukte der Clostridien und Lactobazillusarten, z.B. bei Sekundärbesiedelung anzusprechen sind, stellen die anderen nachgewiesenen Alkohole echte Gärungsprodukte der Hefestoffwechselvorgänge dar (GRAW und BESSERER 1991).

Im Laufe der Jahre sind eine Großzahl verschiedenster alkoholischer Getränke auf ihren Gehalt an Begleitalkoholen überprüft worden.

Eine erste große Datenbank mit Einzelergebnissen stammt von Bonte und ist im 1987 erschienenen Buch „Begleitstoffe alkoholischer Getränke. Biogenese, Vorkommen, Pharmakologie, Physiologie und Begutachtung.“, Schmidt-

Römhild-Verlag, Lübeck, publiziert, in der die Analysedaten von über 2500 alkoholischen Getränken aufgelistet sind.

LACHENMEIER und MUSSHOFF veröffentlichten 2004 aktuelle Ergebnisse zu Begleitstoffgehalten alkoholischer Getränke, die teilweise deutlich von Bontes Stadardnachsschlagewerk abweichen.

Bonte et al. kündigten bereits 2000 eine aktualisierte Datenbank an, die mittlerweile zahlreiche Ergänzungen aufgenommen hat und per Internet abrufbar ist (<http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/MedFak/Serology/> unter „Getränke-Datenbank“).

Als derartige Ergänzung vor allem im Bereich der zunehmenden Nachtrunkbehauptungen in Verbindung mit Whisky soll diese Arbeit gesehen werden. Insbesondere auch deshalb, da hier die für die Rückrechnungen wichtige Ethanol-Konzentration genannt ist.

4.2 Allgemeine Daten

Mit 286 unterschiedlichen Whiskyproben stand ein im Vergleich zu früheren Untersuchungen sehr großes Untersuchungskollektiv zur Verfügung.

Nachdem bekanntermaßen die Nachfrage das Angebot regelt, geben die aus Bars, Restaurants und Hotels gewonnenen Proben einen guten Überblick über die zur Zeit konsumierte Whisky-Palette, die daher auch für die im Straßenverkehr auftretenden Nachtrunkeinlassungen repräsentativ sein dürfte.

Der überwiegende Teil der untersuchten Whiskies bestand mit 74% aus schottischen Whiskies, gefolgt von US-Whiskeys (13%) und irischem Whisky (10%). Auch in der Datenbank von BONTE (1987) war der Grossteil der untersuchten Whiskies (67%) schottischer Herkunft und wurde ebenfalls von US-Whiskey und irischem Whisky gefolgt. Trotz unbekannter Probenquellen bei Bonte dürfte unsere, sich nicht signifikant von seiner Analyse unterscheidende Anteilsverteilung bei der Gliederung der untersuchten Whiskies nach Herkunft die anhaltende Popularität schottischer Whiskies am deutschen Markt bestätigen,

was sicherlich auch daran liegt, daß in Schottland die meisten Destillieren weltweit konzentriert sind.

In der vorliegenden Arbeit wurde über das Tabellarium hinausgehend erstmals für jede Probe die für tatzzeitbezogene BAK-Rückrechnungen so wichtige Vol.-%-Konzentration des Ethanol angegeben. 70% aller untersuchten Whisky-Proben wurden Flaschen entnommen, die ausweislich ihrer Etikettierung Whisky mit einer Ethanol-Konzentration zwischen 40,0 und 44,9 Vol.-% enthielten. Der mittlere Ethanol-Gehalt der untersuchten Whiskies betrug 44,4 Vol.-%. Aufgrund der relativen Größe des Untersuchungskollektives könnte die genannte mittlere Ethanol-Konzentration dann als Anhaltspunkt für tatzzeitbezogene BAK-Rückrechnungen unter Berücksichtigung der Trinkmenge dienen, wenn genaue Angaben bezüglich des konsumierten Whisky in der Trinkeinlassung nicht erhoben werden konnten oder vom Beschuldigten verweigert wurden.

Die Unterteilung der untersuchten Whiskies erfolgte in acht Gruppen:

- Gruppe 1: Blended Scotch Whisky (n=22)
- Gruppe 2: Canadian Whisky (n=5)
- Gruppe 3: Irish Whiskey (n=28)
- Gruppe 4: Kentucky Straight Bourbon (n=31)
- Gruppe 5: Pure Malt Scotch Whisky (n=2)
- Gruppe 6: Single Malt Scotch Whisky (n=185)
- Gruppe 7: Tennessee Whiskey (n=5)
- Gruppe 8: Exoten (n=8)

Zum besseren Verständnis werden die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen präzisiert:

„Blended“ beim Blended Scotch Whisky bedeutet, dass verschiedene Whisky-Sorten miteinander verschnitten, also gemischt wurden.

Der „Malt“ ist ein Destillat, das nur aus einer Getreidesorte, nämlich gemälzter Gerste nebst - Wasser und Hefe - gewonnen werden darf.

„Single Malt“ steht für die Herstellung in einer einzigen, ganz bestimmten Destillerie während der „Pure Malt“ aus Malts verschiedener Brennereien komponiert wurde.

Die meisten Irish Whiskies sowie nahezu alle Canadian Whiskies sind Blended Whiskies.

„Straight“ beim Kentucky Straight Bourbon ist die Bezeichnung für unverschnittene amerikanische Whiskeys, die aus einer Maische destilliert sein müssen, die ausschließlich aus Getreide besteht und beim Bourbon darüber hinaus mindestens 51% Mais enthalten muss. Auch der Tennessee Whiskey ist ein Straight. (SCHOBERT 2001)

65% der untersuchten Whiskies waren Single Malt Scotch Whiskies, während der Anteil des Blended Scotch Whisky mit 8% am Untersuchungskollektiv recht gering ausfiel. BONTE (1987) beschrieb damals in seinem Kollektiv die Malts mit 21% und die Blended Whiskies mit 46% Anteil an 109 Whiskies.

Die Blended Whiskies scheinen, voraussetzend, dass auch Bontes Kollektiv für das damalige Angebot am Spirituosen-Markt repräsentativ war, an Bedeutung zu verlieren.

BROOM (2001) meint sogar konstatieren zu müssen: „... heute, da die Blends in Ungnade gefallen sind, ist Single Malt so populär geworden.“

Auch die weltweit ständig steigende Mitgliederzahl der 1983 gegründeten „The Scotch Malt Whisky Society“ (www.smws.com) scheint diesen Trend hin zum unverdünnten, in ausgesuchte Spitzenfässer abgefüllten Einzel-Whisky bestätigen zu können.

4.3 Begleitstoffe

Die Einzelanalysen sind im Anhang als Tabellarium aufgeführt.

Begleitstoffspektrum gegliedert nach Hauptgruppen:

Erwartungsgemäß wiesen die Blended Scotch Whiskies, da sie ja Verschnitte darstellen, eine eher durchschnittliche Konzentrationsverteilung an Begleitalkoholen auf. Die im Vergleich zu den übrigen Gruppen niedrige 2,3-Methylbutanol-1-Konzentration wurde auch von BONTE (1987) festgestellt und findet hier ihre Bestätigung. Die im Vergleich ebenfalls niedrige Konzentration an Ethylacetat kann mangels Vergleichsmöglichkeiten in der Literatur momentan noch nicht interpretiert werden.

Mit Ausnahme einiger Exoten konnte in allen Whisky-Proben Butanol-2 nachgewiesen werden; beim Blended Scotch Whisky sogar in vergleichsweise hoher Konzentration. Dass BONTE (1987) in keiner einzigen Probe Butanol-2 nachwies, könnte mit einer verbesserten Nachweismöglichkeit unseres Gas-Chromatographen von Konzentrationen unterhalb der Nachweisgrenze des von ihm damals verwendeten erklärt werden. Gleiches gilt für Butanol-1, welches wir ebenfalls in fast allen Whiskies fanden.

Für den Canadian Whisky fanden wir gegenüber den anderen Hauptgruppen durchweg leicht niedrigere Begleitstoffkonzentrationen, was mit den Ergebnissen von BONTE (1987) recht gut übereinstimmt.

Ein weitere, sehr gute Bestätigung findet die Analyse von BONTE (1987) beim US-Whiskey (Kentucky Straight Bourbon / Tennessee Whiskey). Wir fanden etwas erhöhte Werte für 2,3-Methylbutanol-1, Methanol und Iso-Butanol sowie erniedrigte Propanol-1-Konzentrationen.

Auch die im Vergleich der Whiskies durchschnittlichen Konzentrationen von Begleitalkoholen beim Single Malt Scotch Whisky, Pure Malt Scotch Whisky und dem Irish Whisky konnten bestätigt werden. Der von CAROLL (1970) beschriebene stark erhöhte Gehalt von 2,3-Methylbutanol-1 beim Irish Whiskey

konnte in unserer Untersuchung nicht festgestellt werden. Er ist in dieser Analyse gegenüber dem Blended Scotch Whisky und dem begleitstoffarmen Canadian Whisky zwar erhöht, gegenüber Single Malt und Pure Malt Scotch Whisky verringert und im Vergleich mit den US-Whiskies sogar niedrig.

Die Analyse der Gruppe der Exoten ist mangels Vergleichsmöglichkeiten in der Literatur nur schwierig zu bewerten. Die Ergebnisse in der Gruppe der Exoten ähneln jedoch am ehesten der Gruppe der Single Malt Scotch Whiskies.

Begleitstoffspektrum in Abhängigkeit vom Alter des Whisky:

Die Frage nach durch das Alter des jeweiligen Whiskies bedingten Unterschieden im Spektrum der Begleitstoffe kann verneint werden. Für alle Begleitalkohole wurden nach Unterteilung in die Altersklassen 3-jährig, 4-11-jährig, 12-14-jährig, 15-17-jährig, 18-24-jährig und 25-jährig oder älter nur innerhalb der Standardabweichung liegende Konzentrationsunterschiede festgestellt. Dies deckt sich mit den Angaben von BONTE (1987), der nach Analyseauswertung zu dem Schluss kommt, dass dem von ihm (und uns) beobachteten und wenn nur geringen Anstieg der Begleitstoffkonzentrationen keine wesentliche Bedeutung zuzumessen sei.

Begleitstoffspektrum in Abhängigkeit der Ethanolkonzentration:

Wie schon beim Alter des Whisky hat auch die Ethanolkonzentration nur geringe Auswirkung auf das Begleitstoffspektrum. Die Begleitstoffkonzentrationsunterschiede der einzelnen Vol.-%-Gruppen ließen keine Rückschlüsse auf den Gehalt eines Whisky an bestimmten Begleitstoffen zu.

Gesamt-Begleitstoffspektrum Whisky:

Die Frage, ob sich für Whisky ein einheitliches Begleitstoffprofil beschreiben lässt, das sich deutlich von anderen Getränken unterscheidet, kann von uns verneint werden. Beispielsweise konnten wir allgemein beim Whisky gegenüber Bier und Wein erwartungsgemäß erhöhte 2,3-Methylbutanol-1 Werte

nachweisen, der begleitstoffarme Canadian-Whisky liegt aber mit seinen Werten für 2,3-Methylbutanol-1 nur noch knapp über denen von Bier und Wein. Eine generelle Abgrenzung gegenüber anderen Branntweinen zum Beispiel ist schon nicht mehr möglich. Für die übrigen Begleitstoffe gilt ähnliches. Die Verwendung des hier versuchsweise erstellten Whisky-Gesamt-Begleitstoffspektrums ist daher für den konkreten Gutachterfall aufgrund zu großer Varianzen nicht möglich, was sich mit den Ergebnissen von GRAW und BESSERER (1991) deckt.

Ursache für diese teilweise erheblichen Differenzen können in allen Abschnitten der biotechnologischen Reihe: Rohprodukte - Maischebehandlung und Vergärung - Destillation gesehen werden. Bei der destillativen Anreicherung, dem sog. Brennen, sind Modifikationen der Fuselalkoholkonzentrationen sowohl von der technischen Ausstattung als auch vom Vorgehen des Brennmeisters abhängig. Während allerdings den verschiedenen Werkstoffen der Destillieranlagen ein nur geringer Einfluß auf die Zusammensetzung flüchtiger Aromakomponenten zugeschrieben wird, sind sowohl die Destillationstemperatur/-geschwindigkeit als auch das individuelle Abtrennen von Vor- und Nachlauf für die Alkoholkonzentrationen von wesentlicher Bedeutung (GRAW et al. 1996).

Begleitstoffspektrum der Doppelproben gleicher Whiskies:

Bei dieser aus unserer Sicht rechtsrelevanten Frage ging es darum, ob gleiche Whiskymarken aus unterschiedlichen Lokalitäten oder solche, die sich nur durch die Füllmenge unterscheiden, die gleichen Konzentrationen an Begleitstoffen aufweisen. Dies kann positiv beantwortet werden. Es bestehen nur geringe Konzentrationsunterschiede. Rechtsrelevant ist dieses Ergebnis deshalb, weil sich hieraus die Möglichkeit bietet, eine andere Flasche der gleichen Whiskysorte im konkreten Gutachterfall als Referenzprobe zu verwenden. BONTE (1987) hat für offene Whiskies nachgewiesen, dass nur geringe Verluste in der Begleitstoffkonzentration auftreten, sodass wir bei geöffneten aber

wiederverschlossenen Flaschen erst recht von geringen Konzentrationsverlusten ausgehen durften und diese auch bestätigen konnten.

4.4 Präzision und Richtigkeit

Nachdem das beschriebene Begleitstoffspektrum der verschiedenen Whiskies durchaus Eingang in gerichtsmedizinische und gerichtliche Untersuchungen finden könnte, kommt der Frage der Präzision und Richtigkeit in der vorliegenden Arbeit eine hohe Bedeutung zu.

Die Richtigkeit wurde beeinflusst durch die Art der Probengewinnung, die Präzision durch die Messgenauigkeit des eingesetzten Gaschromatographen sowie die Arbeitsweise bei der Probenverdünnung.

Sämtliche Proben wurden vom Autor selbst direkt aus den jeweiligen Whiskyflaschen mittels eines nach jeder Probenziehung gereinigten Kunststoff-Trichters in neue und unbenutzte Reagenzgläschen eingefüllt, sodass eine Verunreinigung der Proben bei der Gewinnung ausgeschlossen werden kann.

Die ermittelte Präzision des verwendeten Gaschromatographen liegt mit im Mittel $\pm 6,4\%$ knapp über den in der Literatur zu findenden Angaben. So gaben KEMMNER und KOLB 1966 bei Mitführung externer Standards $\pm 5\%$ an.

Die Varianz der Daten durch Ungenauigkeiten bei der Verdünnung ist mit $\pm 3\%$ als gering zu bezeichnen.

4.5 Allgemeine Überlegungen und Ausblick

Wenn die als Nachtrunk angegebene Whisk(e)ymarke genau bekannt ist, so kann im konkreten Gutachterfall auf eine andere Flasche derselben Marke zurückgegriffen werden, da sich diese in ihren Begleitstoffkonzentrationen nur minimal unterscheiden. Diese muss dann auf ihre Begleitstoffe hin untersucht werden und über die bekannten Formeln kann dann ein Erwartungspotential für die Blut- oder Urinprobe des Beschuldigten errechnet werden. Das Problem der Ermittlungsbehörden entweder die Originalflasche beschaffen zu müssen oder den Beschuldigten auf eine eindeutige Aussage zum als Nachtrunk angegebenen Getränk festzulegen, bleibt also weiterhin bestehen.

Ein weiteres Problem betrifft die Seite der gerichtsmedizinischen Gutachter immer dann, wenn das als Nachtrunk angegebene Getränk sich bezüglich seines Begleitstoffspektrums zufälligerweise nicht oder nicht wesentlich vom tatsächlich konsumierten unterscheidet. Durch die Vielfältigkeit des Whisk(e)y kann es passieren, dass das Begleitstoffspektrum der Originalflasche oder der Vergleichsflasche sich trotz Berücksichtigung der Elimination nicht ausreichend groß von dem des vom Beschuldigten durch Probeentnahme gewonnenen unterscheidet, so dass die Nachtrunkeinlassung nicht mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit widerlegt oder bestätigt werden kann.

Als möglichen Ausweg aus dieser Situation darf dennoch nicht vergessen werden, dass ja schon allein ein deutlicher Widerspruch zwischen durch den angegebenen Nachtrunk erwarteter BAK und gefundener BAK rechtsrelevant sein kann.

Obwohl seit Ende der 70-er Jahre die Anzahl der alkoholbedingten Unfälle beinahe kontinuierlich zurückgegangen ist, stellt der Alkohol nach wie vor eine der Hauptunfallursachen im Straßenverkehr dar. Ein Weiterführen der Forschung auf dem Gebiet der Begleitstoffanalysen ist unbedingt zu fordern, damit durch

das nach Außen zu publizierende Wissen über die Gutachtertätigkeit der Gerichtsmediziner auf dem Gebiet der Nachtrunkeinlassungen in der Bevölkerung ein Präventiveffekt zu Stande kommt.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war herauszufinden, ob sich die Begleitstoffspektren von Single Malt Scotch Whisky, Pure Malt Scotch Whisky, Blended Scotch Whisky, Irish Whiskey, Canadian Whisky, Kentucky Straight Bourbon und Tennessee Whiskey voneinander unterscheiden oder ob sich womöglich für alle Whiskies ein einheitliches Begleitstoffspektrum beschreiben ließe, welches geeignet wäre, eine Nachtrunkenlassung im konkreten Gutachterfall zu bestätigen oder zu widerlegen. Des Weiteren entstand im Zuge der Analysen ein umfangreiches Tabellarium, welches insbesondere in der Nennung der Ethanolkonzentration für die Praxis relevant sein dürfte, auch wenn es im Rahmen der Studie als „Nebenprodukt“ anzusehen war.

Die einzelnen 8 Whisk(e)yhauptgruppen wiesen ein weitgehend einheitliches Begleitstoffspektrum auf, so dass eine klare und eindeutige Abgrenzung anhand einzelner oder mehrerer Parameter in den Hauptgruppen untereinander nicht möglich war.

Innerhalb der jeweiligen Hauptgruppe gab allerdings oftmals eine erhebliche Streuung, was daran liegt, dass die einzelnen Whisk(e)ymarken einer jeden Gruppe entgegen unserer Erwartung doch sehr unterschiedlich in ihren Begleitstoffkonzentrationen waren und somit jeder Whisk(e)y als individuell angesehen werden muß.

Sowohl das Alter der 3- bis maximal 44-jährigen Whiskies als auch die zwischen 40 und 64,2 Vol.-% gelegene Ethanolkonzentration des Whisk(e)y lassen keine Rückschlüsse auf zu erwartende Begleitstoffkonzentrationen in diesem Whisk(e)y zu.

Hinsichtlich der Begleitstoffe ließen sich die Whiskies in die Getränkeklasse der Branntweine einordnen. Ein einheitliches Spektrum an bei Whisk(e)y zu erwartenden Begleitstoffkonzentrationen kann auf Grund zu großer Streuung

nicht angegeben werden, weswegen eine Analyse des in der Nachtrunkeinlassung angegebenen Whisk(e)y wünschenswert und somit anzuraten ist.

6. LITERATURVERZEICHNIS

- ALBRECHT, M., LERNER, M. und SCHULZE, H. (2003a)
Suchtmittel im Straßenverkehr 2001 - Zahlen und Fakten, 108
in: Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e. V. (Hrsg.): Jahrbuch Sucht 2003
Neuland Verlagsgesellschaft mbH, Geesthacht
- ALBRECHT, M., LERNER, M. und SCHULZE, H. (2003b)
Suchtmittel im Straßenverkehr 2001 - Zahlen und Fakten, 112
in: Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e. V. (Hrsg.): Jahrbuch Sucht 2003
Neuland Verlagsgesellschaft mbH, Geesthacht
- BASSETTE, R. und ÖZERIS, S. (1963)
Quantitative study of gas chromatographic analysis of head space gas of dilute aqueous solutions.
Analyt. Chem. 35 / 1963, 1091-1093
- BASSETTE, R., ÖZERIS, S. und WHITNAH, C. H. (1962)
Gas chromatographic analysis of head space gas of dilute aqueous solutions.
Analyt. Chem. 34 / 1962, 1540-1543
- BONTE, W. (1987)
Begleitstoffe alkoholischer Getränke,
Max Schmidt-Römhild-Verlag, Lübeck
- BONTE, W., STÖPPELMANN, G., RÜDELL, E. und SPRUNG, R. (1981)
Vollautomatischer Nachweis von Begleitstoffen alkoholischer Getränke in Körperflüssigkeiten.
Blutalkohol 18 / 1981, 303-310
- BONTE, W., FREUDENSTEIN, P. und HUCKENBECK, W. (2000)
Begleitstoffanalytische Datenbank
(<http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/MedFak/Serology/>)
- BROCKHOFF, V. (1994)
Alkohol in der Gesellschaft, 31-36
in: Deutsche Hauptstelle gegen Suchtgefahren (Hrsg.): Jahrbuch Sucht 1995
Neuland Verlagsgesellschaft mbH, Geesthacht
- BROOM, D. (2001)
Das Whisk(e)y Handbuch, 13
Christian Verlag, München

CARSON, G. (1963)

The social history of Bourbon.

Dodd-Mead & Co. (Publisher), New York

CAROLL, R. B. (1970)

Analysis of alcoholic beverages by gas-liquid chromatography.

Quart. J. Stud. Alc., Suppl. 5, 6-19

zitiert nach:

BONTE, W. (1987)

Begleitstoffe alkoholischer Getränke, 94

Max Schmidt-Römhild-Verlag, Lübeck

DEUTSCHE HAUPTSTELLE FÜR SUCHTFRAGEN e. V. (2006)

http://www.optiserver.de/dhs/daten_zahlen_alkohol.html

GRAW, M., BESSERER, K., (1991)

Alkoholische Gärung beim „Schwäbischen Most“: Ethanol und Begleitalkohole.

Blutalkohol 28 / 1991

GRAW, M., HAFFNER, H.-T. und MOOSMAYER, A. (1996)

Begleitalkohole in hausgebrannten Obstschnäpsen.

Blutalkohol 33 / 1996

HAUPTVERBAND DER GEWERBLICHEN
BERUFGENOSSENSCHAFTEN und DEUTSCHER
VERKEHRSSICHERHEITSRAT (1999)

Alkohol und Straßenverkehr – Faktensammlung, Vorwort

Common Gesellschaft für Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit, Wiesbaden

HUCKENBECK, W., BONTE, W. (2003)

Kapitel 2: Alkoholologie, 574

in: Madea, B., Brinkmann, B.: Handbuch Gerichtliche Medizin, Band 2

Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

HÜLLINGHORST, R. (2001)

aj Bayern proJugend 1 / 2001

www.aktion-jugendschutz-bayern.de/projugen/leit/1_02.htm

ICAP (INTERNATIONAL CENTER FOR ALCOHOL POLICIES) (2000)

Genfer Partnerschaft für Alkoholfragen in Richtung Globale Charta.

www.icap.org/about_icap/fc-german.html

-
- IFFLAND, R., STAAK, M., RIEGER, S. (1982)
Experimentelle Untersuchungen zur Überprüfung von Nachtrunkbehauptungen.
Blutalkohol 19 / 1982, 235-251
- JUNGE, B. (1994)
Alkohol , 25-30
in: Deutsche Hauptstelle gegen Suchtgefahren (Hrsg.): Jahrbuch Sucht 1995
Neuland Verlagsgesellschaft mbH, Geesthacht
- KAISER, R. (1985)
Chromatographie in der Gasphase. IV. Quantitative Auswertung.
Bibliographische Institut 1985, Mannheim
- KEMMNER, G. und KOLB, B. (1966)
Bieraroma und Gaschromatographie. Ergebnisse und Anwendungen der
Methoden zur gaschromatographischen Untersuchung der flüchtigen
Aromabestandteile.
Gc-Tip 28 / 1966
Perkin-Elmer GmbH, Überlingen
- KEPNER, R. E., STRATING, J. und WEURMAN, C. (1963)
Quantitative determination of esters in beer by gas chromatographic analysis of
head space vapours.
J. Inst. Brew. 69 / 1963, 399-405
- KEPNER, R. E., MAARSE, H. und STRATING, J. (1964)
Gas chromatographic head space techniques for the quantitative determination of
volatile components in multicomponent aqueous solutions.
Anal. Chem. 36 / 1964, 77-82
- KRÜGER, H.-P. (1995)
Das Unfallrisiko unter Alkohol.
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York
- LACHENMEIER, D. W. und MUSSHOFF, F. (2004)
Verlaufskontrollen, Chargenvergleich und aktuelle Konzentrationsbereiche
Journal Rechtsmedizin Vol.14 6 / 2004
- MACHATA, G. (1967)
Über die gaschromatographische Blutalkoholbestimmung.
Blutalkohol 4 / 1967, 252-260

- MEYER, C., JOHN, U. (2003)
Alkohol - Zahlen und Fakten zum Konsum, 18-19
in: Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e. V. (Hrsg.): Jahrbuch Sucht 2003
Neuland Verlagsgesellschaft mbH, Geesthacht
- MILLER, T., BLINCOE, L. (1994)
Incidence and cost of alcohol-involved crashes in the United States.
Accid Anal Prev 26, 583-591
- PENNING, R. (1997)
Alkohol, Drogen und Verkehrssicherheit, 2. Auflage,
UNI-MED Verlag AG, Bremen-London-Boston
- RAPP, A., HÖVERMANN, W., JECHT, U., FRANCK, H. und ULLEMEYER, H. (1974)
Gaschromatographische Untersuchungen an Aromastoffen von Traubenmosten, Weinen und Branntweinen.
Chem. Z. 97 / 1973, 29-36
- REHN, N., ROOM, R., EDWARDS, G. (2001)
Alkohol in der Europäischen Region - Konsum, Gesundheitsschäden und die politische Dimension.
Weltgesundheitsorganisation (WHO), Regionalbüro für Europa, Kopenhagen
- ROMMELSPACHER, H., WANKE, K., CASPARI, D., TOPEL, H. (1989)
Alkoholismusforschung im internationalen Vergleich.
Dtsch. Ärztebl. 86: C1919-C1923
- SCHORMÜLLER, J. (1974)
Lehrbuch der Lebensmittelchemie, 2. Auflage, 37
Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York
- SCHÜTZ, H., WEILER, G., ERDMANN, F. (1992)
Erfahrungen mit Begleitstoffanalysen bei Getränken (Nachtrunk) ohne Begleitstoffe.
Blutalkohol 29 / 1992: 336-341
- SCHOBERT, W. (2001)
Das Whisky-Lexikon, 3. Auflage, 68, 105, 379, 514, 537
Wolfgang Krüger Verlag GmbH, Frankfurt am Main
- URBAN, R., TUTSCH-BAUER, E., LIEBHARDT, E., SPANN, W. (1983)
Praktische Erfahrungen mit der Begleitstoffanalyse.
Blutalkohol 20 / 439-444

URBAN, R., TUTSCH-BAUER, E., SCHUCK, M., TRÖGER, H. D. (1984)
Begleitstoffanalyse nach Genuss von Fruchtsäften mit und ohne Zusatz von
Äthylalkohol.

Blutalkohol 21 / 1984, 65-70

WAUGH, A. (1978)

Weine und Spirituosen.

7. Auflage, 18

Time-Life International, Amsterdam

7. WHISKY-TABELLARIUM

7.1 Vorbemerkung

Auf den nächsten Seiten sind Kenndaten und Begleitstoffkonzentrationen der untersuchten Whisky-Proben im Sinne zweier Nachschlagewerke tabellarisch auf zusammenhängenden Doppelseiten wiedergegeben.

- Whisk(e)y-Tabellarium alphabetisch (ab Seite 63)
- Whisk(e)y-Tabellarium nach Hauptgruppen (ab Seite 95)

Bis auf das Alter welches in Jahren, die Flaschengröße welche in ml und die Ethanol-Konzentration laut Etikett welche in Volumenprozent angegeben sind, sind alle anderen Konzentrationen in mg/l angegeben.

Für die Whiskygruppen Single Malt Scotch Whisky (Gruppe 1), Pure Malt Scotch Whisky (Gruppe 2), Blended Scotch Whisky (Gruppe 3), Irish Whiskey (Gruppe 4), Kentucky Straight Bourbon (Gruppe 5), Tennessee Whiskey (Gruppe 6), Canadian Whisky (Gruppe 7) und die Gruppe der Exoten (Gruppe 8) sind folgende Daten bzw. Begleitalkohol-Konzentrationen angegeben:

- Name des Whisk(e)y
- Ethanol-Konzentration in Volumen - % (lt. Etikett)
- Gruppenzuordnung
- Alter des Whisky
- Flaschengröße in ml
- Methanol

- Acetaldehyd
- Propanol-1
- Butanol-2
- Ethylacetat
- Iso-Butanol
- n-Butanol
- 2,3-Methyl-Butanol-1

7.2 Whisk(e)y-Tabellarium alphabetisch

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
A. H. Hirsch Reserve	45,8	4	16	750	65	71
Aberfeldy	43	6	19	700	26	96
Aberlour	43	6	10	700	26	76
Aberlour a' bunadh	60	6	3	700	38	54
Ardbeg	40	6	17	700	24	9
Ardbeg	46	6	10	700	27	70
Ardbeg	46	6	11	700	22	103
Ardbeg	46	6	26	700	30	63
Ardbeg Lord of the Isles	46	6	3	700	40	64
Ardbeg Single Cask	42,8	6	28	700	33	101
Ardbeg Uigeadail	54,2	6	3	700	36	75
Ardmore	40	6	16	700	24	58
Armorik	40	8	3	700	25	59
Auchentoshan	43	6	21	700	25	19
Auchentoshan	46	6	10	700	27	30
Auchentoshan Three Wood	43	6	3	700	34	66
Auchroisk The Singleton	43	6	10	1000	33	57
Balblair	40	6	16	700	26	43
Balblair	46	6	27	700	35	102
Ballantine's Finest	40	1	3	1000	23	30

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
181	0,3	384	685	5	3125	A. H. Hirsch Reserve
156	0,4	174	359	9	1114	Aberfeldy
272	0,2	212	292	8	1044	Aberlour
391	0,0	443	472	15	1957	Aberlour a' bunadh
260	0,4	64	298	10	886	Ardbeg
267	1,6	278	498	16	1839	Ardbeg
221	1,0	169	499	0	1751	Ardbeg
372	1,2	219	479	14	1616	Ardbeg
315	1,1	342	529	15	1775	Ardbeg Lord of the Isles
283	0,6	337	692	13	2044	Ardbeg Single Cask
282	1,4	280	600	16	2122	Ardbeg Uigeadail
202	0,3	194	326	10	1373	Ardmore
265	0,3	166	310	13	1005	Armorik
206	0,4	50	287	4	1012	Auchentoshan
207	0,5	81	577	0	1743	Auchentoshan
226	0,5	146	348	6	1336	Auchentoshan Three Wood
264	0,3	191	368	9	1432	Auchroisk The Singleton
186	0,4	196	373	8	1235	Balblair
219	0,3	370	605	6	1566	Balblair
219	2,2	37	254	4	294	Ballantine's Finest

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Ballantine's Gold Seal	40	1	12	700	26	29
Ballantine's Pure Malt	40	5	12	700	23	70
Balvenie	40	6	12	700	24	21
Balvenie	40	6	21	700	25	6
Balvenie Double Wood	43	6	12	1000	27	51
Balvenie Founders Reserve	40	6	10	700	24	76
Balvenie Single Barrel	46,9	6	25	700	25	58
Balvenie Vintage Cask	50,8	6	35	700	32	87
Ben Nevis	46	6	10	700	34	59
Benrinnes (Rare Malts)	60,4	6	21	700	37	96
Benromach	45	6	19	700	29	63
Bladnoch	43	6	10	700	28	75
Blair Athol	43	6	12	700	33	70
Blanton's Single Barrel	46,5	4	7	700	102	69
Blanton's Single Barrel	46,5	4	3	700	69	57
Bowmore	43	6	12	700	26	60
Bowmore	43	6	17	700	25	47
Bowmore	43	6	21	700	24	40
Bowmore	43	6	25	700	35	70
Bowmore	43	6	30	700	38	50

Prop-1	But-2	Ethyl-acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl-butanol-1	Markenname
235	0,3	91	294	4	369	Ballantine's Gold Seal
222	0,5	140	324	7	951	Ballantine's Pure Malt
245	0,6	114	337	6	904	Balvenie
244	0,3	90	357	9	1034	Balvenie
235	1,2	252	281	11	1090	Balvenie Double Wood
221	1,1	148	275	6	900	Balvenie Founders Reserve
298	0,3	626	382	5	1279	Balvenie Single Barrel
325	0,4	557	600	11	2076	Balvenie Vintage Cask
295	1,8	232	414	14	1661	Ben Nevis
348	0,6	504	739	7	2002	Benrinnes (Rare Malts)
257	0,5	278	418	10	1636	Benromach
198	1,2	144	296	7	998	Bladnoch
223	0,7	264	353	6	1279	Blair Athol
99	1,1	73	265	5	1601	Blanton's Single Barrel
105	0,2	194	216	6	1519	Blanton's Single Barrel
183	2,0	61	299	8	893	Bowmore
219	0,0	139	304	9	992	Bowmore
261	0,3	70	360	7	1093	Bowmore
243	0,3	312	331	9	1149	Bowmore
249	1,2	177	320	11	1109	Bowmore

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Bowmore	43	6	3	700	34	6
Bowmore Darkest	43	6	3	700	37	70
Bowmore Dawn	51,5	6	3	700	36	72
Bowmore Legend	40	6	3	700	31	44
Bowmore Surf	40	6	3	1000	36	48
Bowmore Voyage	56	6	3	700	27	48
Brora (Rare Malts)	56,1	6	24	700	46	80
Bruichladdich	41,8	6	37	700	29	64
Bruichladdich	43	6	15	700	27	64
Bruichladdich	45	6	27	700	35	88
Bruichladdich	46	6	20	700	24	79
Bulleit Bourbon	45	4	3	700	33	75
Bunnahabhain	40	6	12	700	28	70
Bunnahabhain	43	6	17	700	27	43
Bushmill's 1608 Reserve	40	3	3	1000	27	47
Bushmill's Black Bush	40	3	3	700	24	60
Bushmill's Malt	40	3	10	700	25	56
Bushmill's Malt	40	3	16	700	38	48
Bushmill's Millenium Single Barrel	49,1	3	3	700	28	79
Bushmill's Single Cask Distiller's Reserve	53,7	3	3	700	33	79

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
192	0,5	81	311	9	951	Bowmore
208	0,6	178	382	8	1371	Bowmore Darkest
251	1,1	317	423	13	1680	Bowmore Dawn
169	1,3	141	308	10	1193	Bowmore Legend
179	1,1	124	248	13	1081	Bowmore Surf
220	0,0	137	306	13	1010	Bowmore Voyage
344	0,6	442	590	8	1704	Brora (Rare Malts)
234	0,8	310	788	12	2949	Bruichladdich
261	0,7	130	427	7	1205	Bruichladdich
299	0,6	351	519	6	1761	Bruichladdich
222	0,5	188	533	8	1764	Bruichladdich
164	0,2	64	376	3	2304	Bulleit Bourbon
177	0,5	148	292	7	998	Bunnahabhain
234	0,8	149	370	8	1209	Bunnahabhain
199	0,4	86	207	6	804	Bushmill's 1608 Reserve
210	0,4	109	198	7	696	Bushmill's Black Bush
212	0,6	91	189	7	665	Bushmill's Malt
236	0,4	228	384	11	1393	Bushmill's Malt
193	0,3	340	712	11	2127	Bushmill's Millenium Single Barrel
362	0,5	305	366	23	1361	Bushmill's Single Cask Distiller's Reserve

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Cameron Brig	40	8	3	700	30	6
Canadian Club	40	2	6	1000	24	57
Canadian Club Classic	40	2	12	700	29	31
Caol Ila	43	6	15	700	32	66
Caol Ila	43	6	18	700	30	52
Caol Ila (Rare Malts)	61,7	6	23	700	48	94
Cardhu	40	6	12	700	23	14
Cardhu (Rare Malts)	60,02	6	27	700	44	96
Chivas Regal	40	1	12	700	36	59
Chivas Regal	40	1	18	700	29	27
Clynelish	43	6	14	700	27	76
Clynelish	57	6	12	700	40	6
Coleburn (Rare Malts)	59,4	6	21	700	44	80
Connemara	40	3	3	700	23	15
Cragganmore	40	6	12	700	22	75
Crown Royal	40	2	3	700	19	86
Cutty Sark	43	1	3	700	48	38
Dallas Dhu	50	6	34	700	37	135
Dalmore	43	6	12	1000	29	55
Dalwhinnie	43	6	15	700	30	30

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
330	0,6	49	292	3	128	Cameron Brig
165	0,4	22	68	3	195	Canadian Club
117	0,4	139	60	1	237	Canadian Club Classic
209	0,4	128	312	6	1010	Caol Ila
232	0,3	241	410	9	1224	Caol Ila
290	0,3	582	540	12	1823	Caol Ila (Rare Malts)
193	0,4	30	250	6	688	Cardhu
301	0,7	528	765	5	1943	Cardhu (Rare Malts)
274	0,8	35	263	5	397	Chivas Regal
228	0,8	154	323	5	578	Chivas Regal
178	0,2	129	332	6	1021	Clynelish
278	0,4	9	447	9	1304	Clynelish
355	1,4	498	502	8	1655	Coleburn (Rare Malts)
185	0,2	100	254	6	978	Connemara
218	1,6	136	321	9	1036	Cragganmore
33	0,2	82	88	2	361	Crown Royal
249	1,0	90	233	4	283	Cutty Sark
275	0,8	408	736	9	1994	Dallas Dhu
314	0,6	165	411	0	1188	Dalmore
174	0,4	64	347	6	958	Dalwhinnie

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Dimple	40	1	12	700	25	50
Drambuie	40	8	3	700	64	9
Drumguish	40	6	3	1000	21	42
Dufftown	43	6	15	700	28	46
Edradour	40	6	10	700	31	106
Edradour	46	6	10	700	36	56
Elijah Craig	45	4	18	750	77	101
Elijah Craig	47	4	12	700	56	88
Erin go Bragh	40	3	6	750	33	60
Evan Williams Single Barrel Bourbon	43,3	4	18	750	56	45
Famouse Grouse	40	1	3	700	45	73
Finlaggan Old Reserve	40	6	3	700	19	52
Four Roses Single Barrel Bourbon	43	4	3	700	42	38
Fuaran Ile	46	6	13	700	29	55
Gentleman Jack	40	7	3	700	46	10
Georg Dickel Special Barrel Reserve	43	7	3	700	73	25
Glen Deveron	40	6	10	1000	21	48
Glen Elgin	43	6	12	700	29	56
Glen Garioch	43	6	15	700	27	83
Glen Grant	40	6	25	700	22	93

Prop-1	But-2	Ethyl-acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methylbutanol-1	Markenname
328	3,5	105	259	4	308	Dimple
265	1,1	73	236	4	282	Drambuie
252	0,0	122	421	0	1135	Drumguish
222	0,6	108	374	12	1083	Dufftown
197	3,2	221	384	7	860	Edradour
224	2,4	220	445	0	957	Edradour
100	0,5	730	386	7	2942	Elijah Craig
101	0,3	333	579	4	3044	Elijah Craig
333	1,6	137	239	36	1006	Erin go Bragh
65	0,3	279	277	4	1767	Evan Williams Single Barrel Bourbon
230	3,9	61	188	4	184	Famouse Grouse
168	0,4	144	257	10	933	Finlaggan Old Reserve
122	0,0	277	589	5	3217	Four Roses Single Barrel Bourbon
234	0,5	242	306	9	1035	Fuaran Ile
125	0,0	92	892	3	2084	Gentleman Jack
125	0,3	129	333	5	1737	Georg Dickel Special Barrel Reserve
213	0,0	108	254	8	875	Glen Deveron
208	1,8	164	286	10	926	Glen Elgin
233	0,3	225	359	5	1067	Glen Garioch
230	0,5	305	610	7	1652	Glen Grant

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Glen Grant	40	6	38	700	28	99
Glen Grant	58,7	6	27	700	26	77
Glen Moray	43	6	16	700	25	59
Glen Moray	43	6	17	750	29	128
Glen Ord	43	6	12	700	25	66
Glen Scotia	40	6	14	700	24	92
Glen Spey	43	6	12	700	28	51
Glencaddam	40	6	16	700	22	65
Glenraig	40	6	25	700	30	92
Glendronach	40	6	15	700	25	99
Glendullan (Rare Malts)	63,1	6	23	700	45	119
Glenesk	40	6	15	700	30	74
Glenfarclas	43	6	12	700	33	69
Glenfarclas	43	6	21	700	32	92
Glenfarclas	43	6	25	700	29	70
Glenfarclas	46	6	44	700	28	118
Glenfarclas	53,6	6	23	700	40	115
Glenfarclas	54,1	6	35	700	32	142
Glenfiddich	40	6	30	700	26	77
Glenfiddich Caoran Reserve	40	6	12	700	23	50

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
187	0,5	380	690	6	1835	Glen Grant
377	0,7	335	696	11	1783	Glen Grant
216	0,0	288	347	0	1043	Glen Moray
209	0,3	171	370	4	862	Glen Moray
216	0,6	216	348	7	1006	Glen Ord
241	0,5	185	475	8	1622	Glen Scotia
281	0,0	142	418	12	1211	Glen Spey
194	0,0	175	363	10	1179	Glencaddam
217	0,3	197	468	11	1250	Glenraig
201	1,7	172	272	6	965	Glendronach
289	0,6	604	615	8	1821	Glendullan (Rare Malts)
147	0,4	192	204	4	867	Glenesk
209	0,2	147	296	7	928	Glenfarclas
231	0,6	262	325	7	1135	Glenfarclas
230	0,6	400	412	6	1270	Glenfarclas
244	0,5	722	763	14	2067	Glenfarclas
308	0,9	391	303	6	1237	Glenfarclas
262	0,4	728	1045	9	2457	Glenfarclas
226	1,3	268	543	5	1478	Glenfiddich
206	0,2	227	250	10	942	Glenfiddich Caoran Reserve

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Glenfiddich Havanna Reserve	40	6	21	700	26	56
Glenfiddich Old Ancient Reserve	40	6	18	700	26	59
Glenfiddich Solera Reserve	40	6	15	700	27	22
Glenfiddich Special Reserve	40	6	12	700	20	46
Glenglassaugh	43	6	12	700	32	80
Glengoyne	43	6	10	1000	30	64
Glengoyne	43	6	17	700	41	66
Glenkeith	43	6	10	700	34	42
Glenkinchie	43	6	10	700	31	64
Glenlivet	40	6	12	700	30	52
Glenlivet	40	6	21	700	32	98
Glenmorangie	40	6	10	700	29	63
Glenmorangie	43	6	18	1000	34	51
Glenmorangie	43	6	25	500	21	69
Glenmorangie 100% Proof Tradit.	57,2	6	3	1000	37	56
Glenmorangie limited	43	6	21	700	30	59
Glenmorangie Port Wood Finish	43	6	3	1000	29	59
Glenmorangie Sherry Wood Finish	43	6	3	1000	34	62
Glenrothes	43	6	14	700	29	52
Glenturret	40	6	15	700	29	77

Prop-1	But-2	Ethyl-acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl-butanol-1	Markenname
262	0,5	168	387	2	1251	Glenfiddich Havanna Reserve
222	0,2	161	342	10	1048	Glenfiddich Old Ancient Reserve
230	0,2	59	314	7	894	Glenfiddich Solera Reserve
236	0,3	104	309	9	982	Glenfiddich Special Reserve
241	0,6	242	388	10	1162	Glenglassaugh
197	0,3	166	301	7	978	Glengoyne
224	0,6	261	476	5	1278	Glengoyne
231	1,0	163	244	8	1026	Glenkeith
192	1,0	145	221	6	746	Glenkinchie
202	0,6	116	344	7	1004	Glenlivet
220	1,6	199	385	8	1312	Glenlivet
226	0,2	139	301	7	962	Glenmorangie
197	0,0	190	283	7	925	Glenmorangie
220	1,1	165	311	5	831	Glenmorangie
286	0,2	294	317	12	1220	Glenmorangie 100% Proof Tradit.
213	0,7	131	372	3	990	Glenmorangie limited
288	0,3	171	297	10	943	Glenmorangie Port Wood Finish
251	0,3	96	324	8	1082	Glenmorangie Sherry Wood Finish
240	0,8	226	307	8	967	Glenrothes
220	1,4	240	261	4	900	Glenturret

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Glenury Royal (Rare Malts)	57	6	29	700	25	66
Gordon Graham's Black Bottle	40	1	10	700	49	44
Green Spot	40	3	3	700	30	56
Haig Gold Label	40	1	3	700	28	8
Highland Park	40	6	12	700	24	62
Highland Park	43	6	18	700	28	84
Highland Park	54,8	6	23	700	39	98
Highland Park	56,8	6	26	700	35	63
Highland Park Bincentenary Reserve	43	6	26	700	28	23
House Malt	43	6	9	700	23	54
I.W. Harper	40	4	15	750	56	9
Imperial	46	6	15	700	29	40
Inchgower	43	6	14	700	34	35
Inishowen	40	3	3	700	39	57
Islay Mist Master	43	1	12	750	35	65
Isle of Arran	43	6	6	700	27	40
Isle of Arran	59	6	3	700	68	36
Isle of Jura	40	6	10	700	21	65
Isle of Jura Stillman's Dram	45	6	27	700	43	74
J&B Rare	40	1	3	700	51	5

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
394	0,3	476	897	9	2575	Glenury Royal (Rare Malts)
262	0,5	84	222	5	304	Gordon Graham's Black Bottle
298	0,5	121	267	15	1064	Green Spot
323	1,0	6	246	3	292	Haig Gold Label
193	0,2	148	267	7	804	Highland Park
376	0,3	269	626	5	1047	Highland Park
260	0,2	548	427	3	1462	Highland Park
268	0,3	323	323	5	1158	Highland Park
225	0,4	151	317	6	968	Highland Park Bincenary Reserve
223	0,6	203	396	10	1241	House Malt
125	0,2	228	426	5	1861	I.W. Harper
165	0,4	85	270	10	798	Imperial
160	0,7	83	237	6	732	Inchgower
160	1,4	115	232	35	373	Inishowen
243	0,5	133	346	6	380	Islay Mist Master
212	0,6	161	326	8	1047	Isle of Arran
382	14,0	204	375	9	1179	Isle of Arran
208	0,5	78	398	5	1142	Isle of Jura
317	1,9	216	577	5	1264	Isle of Jura Stillman's Dram
271	0,7	41	240	4	404	J&B Rare

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
J&B Reserve	40	1	15	700	32	41
Jack Daniel's	40	7	3	1000	53	30
Jack Daniel's	43	7	3	700	47	77
Jack Daniel's Single Barrel	45	7	3	700	67	18
Jameson	40	3	3	1000	35	32
Jameson	43	3	12	1000	27	54
Jameson	43	3	3	1000	36	3
Jameson 1780	40	3	12	700	29	17
Jameson Gold Special Reserve	40	3	3	700	26	52
Jameson Master Selection	40	3	18	700	25	54
Jameson Radio Marconi	40	3	3	700	28	66
Jameson Triple Distilled	40	3	3	700	35	25
Jim Beam	40	4	3	1000	49	47
Jim Beam Black	43	4	8	700	41	15
Jim Beam's Choice	40	4	5	1000	37	12
Johnnie Walker Black Label	40	1	12	700	37	67
Johnnie Walker Blue Label	40	1	3	700	27	59
Johnnie Walker Gold Label	40	1	18	700	32	58
Johnnie Walker Pure Malt	43	5	15	700	23	84
Johnnie Walker Red Label	40	1	3	700	43	13

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
258	0,6	117	302	6	528	J&B Reserve
127	0,4	260	855	4	2949	Jack Daniel's
123	0,2	185	893	4	2194	Jack Daniel's
114	0,0	202	923	5	2485	Jack Daniel's Single Barrel
140	0,0	50	82	4	331	Jameson
390	4,0	182	319	9	1145	Jameson
208	0,3	43	95	6	344	Jameson
275	0,6	74	160	6	627	Jameson 1780
266	0,6	161	211	7	790	Jameson Gold Special Reserve
365	0,6	225	304	13	1149	Jameson Master Selection
328	0,8	154	189	15	688	Jameson Radio Marconi
156	0,0	65	82	5	350	Jameson Triple Distilled
72	0,3	67	305	5	1668	Jim Beam
84	0,3	172	350	5	1938	Jim Beam Black
58	0,3	147	262	5	1654	Jim Beam's Choice
355	3,0	11	269	4	408	Johnnie Walker Black Label
251	4,1	105	271	6	667	Johnnie Walker Blue Label
289	2,4	172	386	6	797	Johnnie Walker Gold Label
197	0,5	179	370	9	1106	Johnnie Walker Pure Malt
257	0,0	21	234	5	310	Johnnie Walker Red Label

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Johnnie Walker Swing	43	1	3	750	38	83
Knob Creek	50	4	9	700	41	5
Knockando	43	6	10	700	38	37
Knockando	43	6	25	700	31	68
Knockando 100 years	43	6	17	700	37	13
Knockdhu	57,4	6	23	700	36	62
Labrot&Graham Woodford Reserve	45.2	4	3	700	82	60
Lagavulin	43	6	16	700	23	100
Lagavulin	57,2	6	25	700	39	68
Lagavulin	58	6	12	700	36	64
Lagavulin Pedro Ximenez	43	6	16	700	29	100
Lammerlaw	43	8	3	700	30	62
Laphroaig	40	6	10	700	25	60
Laphroaig	42,4	6	40	700	32	92
Laphroaig	43	6	15	700	28	60
Laphroaig	43	6	30	700	38	103
Laphroaig	46	6	14	700	25	58
Laphroaig orig. Cask Strength	57,3	6	10	1000	40	64
Ledaig	40	6	20	700	23	80
Linkwood	43	6	12	700	25	100

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
369	3,1	158	347	3	383	Johnnie Walker Swing
69	0,8	45	284	6	2163	Knob Creek
275	0,3	116	275	7	956	Knockando
296	0,5	101	376	9	1007	Knockando
294	0,2	99	394	6	968	Knockando 100 years
207	0,0	237	593	13	1812	Knockdhu
295	0,2	396	712	6	2557	Labrot&Graham Woodford Reserve
189	0,6	255	313	6	1083	Lagavulin
354	0,5	348	704	12	2244	Lagavulin
277	0,0	215	411	7	1263	Lagavulin
198	0,8	199	253	7	980	Lagavulin Pedro Ximenez
247	0,0	214	505	4	1666	Lammerlaw
256	0,2	172	273	8	980	Laphroaig
284	0,6	378	552	5	1554	Laphroaig
192	0,5	215	274	7	1004	Laphroaig
262	0,6	442	558	9	1617	Laphroaig
271	0,3	238	338	4	1185	Laphroaig
362	0,3	350	428	6	1599	Laphroaig orig. Cask Strength
253	0,4	170	276	5	840	Ledaig
193	0,4	152	369	10	1110	Linkwood

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Linkwood (Rare Malts)	61,2	6	23	700	32	88
Littlemill	40	6	8	700	23	92
Locke's Single Malt	40	3	8	700	27	63
Longmorn	40	6	25	700	30	61
Longmorn	45	6	15	1000	36	64
Longmorn	45,65	6	31	700	21	102
Longrow	46	6	10	700	19	44
Magillan Peated Malt	43	3	8	700	28	55
Magillan Pure Pot Still	43	3	3	700	26	40
Maker's Mark	45	4	3	700	65	14
Michel Couvreur	44	8	3	700	107	62
Midleton Very Rare	40	3	3	700	30	40
Millburn (Rare Malts)	61,9	6	25	700	37	91
Miltonduff	43	6	12	750	30	57
Mortlach	43	6	16	700	38	96
Oban	43	6	14	700	27	59
Oban	43	6	23	700	27	105
Oban	43	6	3	700	32	11
Oban	55,1	6	32	700	31	95
Old Boy	40	1	3	700	25	27

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
407	0,4	568	743	12	2234	Linkwood (Rare Malts)
224	0,4	143	482	8	1394	Littlemill
215	0,2	123	237	6	803	Locke's Single Malt
254	4,9	236	373	5	1110	Longmorn
258	0,3	226	326	10	1295	Longmorn
250	9,3	256	615	8	1782	Longmorn
257	0,4	190	379	6	983	Longrow
249	0,6	205	304	11	1138	Magillian Peated Malt
246	0,6	214	252	33	1013	Magillian Pure Pot Still
185	0,2	337	651	6	2198	Maker's Mark
282	0,0	81	178	2	129	Michel Couvreur
276	0,7	179	213	10	773	Midleton Very Rare
388	0,2	629	711	10	2020	Millburn (Rare Malts)
243	0,5	119	326	7	975	Miltoduff
198	0,9	198	303	8	1041	Mortlach
190	0,9	121	325	7	1102	Oban
223	0,0	311	374	5	1132	Oban
215	0,5	168	309	8	843	Oban
369	2,7	542	808	7	2104	Oban
209	1,5	30	279	2	264	Old Boy

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Old Charter Proprietor's Reserve	45	4	13	750	48	14
Old Fettercairn	40	6	10	700	19	49
Old Fitzgerald 1849	45	4	8	750	61	9
Old Grnad Dad Barrel Proof	57	4	3	750	65	16
Old Overholt	40	4	4	1000	46	10
Old Pulteney	43	6	12	1000	23	65
Old Rip van Winkle	53.5	4	15	750	107	103
Old van Winkle Fam. Res. Rye	47,8	4	13	750	64	18
Old van Winkle Family Reserve	45	4	15	750	54	34
Paddy	40	3	3	700	30	23
Pappa v. Winkle's Family Reserve	45,2	4	20	750	80	98
Pikesville Heaven Hill	40	4	4	750	48	8
Pittyvaich	43	6	12	700	36	71
Port Ellen	59,35	6	24	700	38	83
Powers Gold Label Special Reserve	40	3	12	700	25	52
Readbreast Pure Pot Still	40	3	12	700	36	159
Rock Hill Farms	50	4	3	750	70	80
Rosebank	43	6	11	700	22	42
Royal Brackla	43	6	9	700	23	47
Royal Lochnagar	40	6	12	700	29	56

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
125	0,6	267	430	7	1966	Old Charter Proprietor's Reserve
265	0,2	59	310	7	919	Old Fettercairn
164	0,4	274	721	5	2183	Old Fitzgerald 1849
213	0,9	275	476	7	2482	Old Grnad Dad Barrel Proof
72	0,3	75	316	4	1561	Old Overholt
209	0,3	142	369	11	1224	Old Pulteney
298	0,3	890	965	3	5088	Old Rip van Winkle
143	0,8	346	462	8	2398	Old van Winkle Fam. Res. Rye
117	0,6	336	647	6	3107	Old van Winkle Family Reserve
164	0,0	56	102	1	396	Paddy
283	0,6	1032	1322	7	4853	Pappa v. Winkle's Family Reserve
150	2,4	108	424	4	1737	Pikesville Heaven Hill
225	0,0	185	359	11	913	Pittyvaich
263	0,7	391	465	8	1582	Port Ellen
318	2,2	145	193	9	732	Powers Gold Label Special Reserve
325	0,0	11	204	6	689	Readbreast Pure Pot Still
96	0,0	465	234	8	1984	Rock Hill Farms
181	0,6	158	423	8	1311	Rosebank
216	0,3	258	336	6	1292	Royal Brackla
215	0,4	131	336	6	1027	Royal Lochnagar

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Sazerac	45	4	18	750	61	100
Scapa	40	6	12	700	27	68
Scapa	50	6	25	700	45	123
Seagram's Crown Royal	40	2	3	700	20	35
Seagram's Seven Crown	40	2	3	1000	22	72
Slyrs	43	8	3	700	30	46
Springbank	46	6	10	700	31	81
Springbank	46	6	15	700	30	63
Springbank	57,8	6	30	700	67	159
Springbank Rum Wood	54,6	6	12	700	41	55
Strathisla	40	6	25	700	44	87
Strathisla	43	6	12	1000	24	55
Strathisla	59,2	6	3	700	43	200
Sullivans Cove	40	8	3	700	18	62
Suntory	43	8	3	700	33	69
Talisker	45,8	6	10	700	24	100
Talisker	62	6	20	700	32	122
Talsiker	45,8	6	13	700	28	48
Tamdhu	40	6	3	1000	23	43
Teacher's	40	1	3	700	19	10

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
200	1,0	796	504	6	3145	Sazerac
266	0,1	208	437	7	1443	Scapa
323	0,7	630	583	6	1577	Scapa
26	0,0	74	67	1	252	Seagram's Crown Royal
37	0,6	65	336	2	448	Seagram's Seven Crown
209	0,0	250	346	2	801	Slyrs
248	0,5	230	520	7	1466	Springbank
268	0,4	222	471	10	1295	Springbank
343	9,0	772	548	8	1463	Springbank
315	0,8	334	718	7	1927	Springbank Rum Wood
281	1,5	326	491	5	1460	Strathisla
231	0,2	156	390	9	1292	Strathisla
404	1,6	147	1117	14	2516	Strathisla
106	0,0	152	78	5	635	Sullivans Cove
286	0,0	285	229	5	920	Suntory
210	0,4	168	323	9	949	Talisker
287	0,3	562	521	15	1619	Talisker
232	0,2	177	335	11	1114	Talsiker
236	1,2	95	282	8	945	Tamdhu
207	0,8	37	238	4	412	Teacher's

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Teaninch	43	6	10	700	25	58
Teaninch (Rare Malts)	64,2	6	27	700	44	99
The Macallan	40	6	12	700	39	16
The Macallan	43	6	15	700	31	27
The Macallan	43	6	30	700	32	111
The Macallan	40	6	10	1000	34	68
The Macallan Cask Strength	58,8	6	10	1000	48	82
The Macallan Replica 1841	41,7	6	3	700	28	65
The Macallan Replica 1861	42,7	6	3	700	37	70
The Macallan Speymalt Vintage	40	6	28	700	28	108
The Tyrconnell	40	3	3	700	28	43
Tobermory	40	6	10	700	25	41
Tomintoul	40	6	16	700	25	54
Tormore	40	6	12	700	24	42
Tullamore Dew	40	3	12	700	29	50
Tullamore Dew	40	3	3	700	35	18
Tullibardine	40	6	10	700	29	72
VAT69	40	1	3	700	32	42
Vintage Islay Cask strength	58,4	6	5	700	22	5
White Horse	40	1	3	1000	44	48

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
215	0,4	184	300	6	855	Teaninch
372	1,5	616	938	9	2387	Teaninich (Rare Malts)
181	0,2	77	214	9	644	The Macallan
156	0,3	77	287	7	865	The Macallan
221	4,1	30	448	17	1167	The Macallan
205	0,3	303	265	10	894	The Macallan
282	0,4	505	445	11	1474	The Macallan Cask Strength
258	0,0	211	332	8	993	The Macallan Replica 1841
252	0,8	227	308	8	989	The Macallan Replica 1861
214	1,2	308	430	6	1274	The Macallan Speymalt Vintage
250	0,3	156	258	7	884	The Tyrconnell
190	0,0	108	323	9	1115	Tobermory
260	0,0	213	397	9	1087	Tomintoul
243	0,0	166	346	9	1135	Tormore
197	0,2	112	150	6	615	Tullamore Dew
143	0,0	12	57	3	225	Tullamore Dew
197	0,2	41	332	7	993	Tullibardine
222	0,8	84	270	3	244	VAT69
286	0,6	144	391	12	1333	Vintage Islay Cask strength
189	3,3	106	253	5	394	White Horse

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Wild Turkey	40	4	3	700	46	78
Wild Turkey	50,5	4	12	750	67	48
Wild Turkey 101 Proof Rye	50,5	4	3	750	54	7
Wild Turkey Rare Breed	54,2	4	3	700	73	8
William Grant's Family Reserve	40	1	3	700	17	35
Woodford Reserve	45,2	4	3	700	83	8

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
125	0,5	305	457	4	2010	Wild Turkey
130	0,8	580	424	9	2503	Wild Turkey
260	1,3	203	629	6	2484	Wild Turkey 101 Proof Rye
227	1,4	130	749	8	2766	Wild Turkey Rare Breed
100	0,5	58	187	3	253	William Grant's Family Reserve
273	0,0	313	523	8	2220	Woodford Reserve

7.3 Whisk(e)y-Tabellarium nach Hauptgruppen

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Blended Scotch Whisky (Gruppe 1)						
Ballantine's Finest	40	1	3	1000	23	30
Ballantine's Gold Seal	40	1	12	700	26	29
Chivas Regal	40	1	12	700	36	59
Chivas Regal	40	1	18	700	29	27
Cutty Sark	43	1	3	700	48	38
Dimple	40	1	12	700	25	50
Famouse Grouse	40	1	3	700	45	73
Gordon Graham's Black Bottle	40	1	10	700	49	44
Haig Gold Label	40	1	3	700	28	8
Islay Mist Master	43	1	12	750	35	65
J&B Rare	40	1	3	700	51	5
J&B Reserve	40	1	15	700	32	41
Johnnie Walker Black Label	40	1	12	700	37	67
Johnnie Walker Blue Label	40	1	3	700	27	59
Johnnie Walker Gold Label	40	1	18	700	32	58
Johnnie Walker Red Label	40	1	3	700	43	13
Johnnie Walker Swing	43	1	3	750	38	83
Old Boy	40	1	3	700	25	27
Teacher's	40	1	3	700	19	10

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
Blended Scotch Whisky (Gruppe 1)						
219	2,2	37	254	4	294	Ballantine's Finest
235	0,3	91	294	4	369	Ballantine's Gold Seal
274	0,8	35	263	5	397	Chivas Regal
228	0,8	154	323	5	578	Chivas Regal
249	1,0	90	233	4	283	Cutty Sark
328	3,5	105	259	4	308	Dimple
230	3,9	61	188	4	184	Famouse Grouse
262	0,5	84	222	5	304	Gordon Graham's Black Bottle
323	1,0	6	246	3	292	Haig Gold Label
243	0,5	133	346	6	380	Islay Mist Master
271	0,7	41	240	4	404	J&B Rare
258	0,6	117	302	6	528	J&B Reserve
355	3,0	11	269	4	408	Johnnie Walker Black Label
251	4,1	105	271	6	667	Johnnie Walker Blue Label
289	2,4	172	386	6	797	Johnnie Walker Gold Label
257	0,0	21	234	5	310	Johnnie Walker Red Label
369	3,1	158	347	3	383	Johnnie Walker Swing
209	1,5	30	279	2	264	Old Boy
207	0,8	37	238	4	412	Teacher's

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
VAT69	40	1	3	700	32	42
White Horse	40	1	3	1000	44	48
William Grant's Family Reserve	40	1	3	700	17	35
Canadian Whisky (Gruppe 2)						
Canadian Club	40	2	6	1000	24	57
Canadian Club Classic	40	2	12	700	29	31
Crown Royal	40	2	3	700	19	86
Seagram's Crown Royal	40	2	3	700	20	35
Seagram's Seven Crown	40	2	3	1000	22	72
Irish Whiskey (Gruppe 3)						
Bushmill's 1608 Reserve	40	3	3	1000	27	47
Bushmill's Black Bush	40	3	3	700	24	60
Bushmill's Malt	40	3	10	700	25	56
Bushmill's Malt	40	3	16	700	38	48
Bushmill's Millenium Single Barrel	49,1	3	3	700	28	79
Bushmill's Single Cask Distiller's Reserve	53,7	3	3	700	33	79
Connemara	40	3	3	700	23	15
Erin go Bragh	40	3	6	750	33	60
Green Spot	40	3	3	700	30	56
Inishowen	40	3	3	700	39	57

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
222	0,8	84	270	3	244	VAT69
189	3,3	106	253	5	394	White Horse
100	0,5	58	187	3	253	William Grant's Family Reserve
Canadian Whisky (Gruppe 2)						
165	0,4	22	68	3	195	Canadian Club
117	0,4	139	60	1	237	Canadian Club Classic
33	0,2	82	88	2	361	Crown Royal
26	0,0	74	67	1	252	Seagram's Crown Royal
37	0,6	65	336	2	448	Seagram's Seven Crown
Irish Whiskey (Gruppe 3)						
199	0,4	86	207	6	804	Bushmill's 1608 Reserve
210	0,4	109	198	7	696	Bushmill's Black Bush
212	0,6	91	189	7	665	Bushmill's Malt
236	0,4	228	384	11	1393	Bushmill's Malt
193	0,3	340	712	11	2127	Bushmill's Millenium Single Barrel
362	0,5	305	366	23	1361	Bushmill's Single Cask Distiller's Reserve
185	0,2	100	254	6	978	Connemara
333	1,6	137	239	36	1006	Erin go Bragh
298	0,5	121	267	15	1064	Green Spot
160	1,4	115	232	35	373	Inishowen

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Jameson	40	3	3	1000	35	32
Jameson	43	3	12	1000	27	54
Jameson	43	3	3	1000	36	3
Jameson 1780	40	3	12	700	29	17
Jameson Gold Special Reserve	40	3	3	700	26	52
Jameson Master Selection	40	3	18	700	25	54
Jameson Radio Marconi	40	3	3	700	28	66
Jameson Triple Distilled	40	3	3	700	35	25
Locke's Single Malt	40	3	8	700	27	63
Magillian Peated Malt	43	3	8	700	28	55
Magillian Pure Pot Still	43	3	3	700	26	40
Midleton Very Rare	40	3	3	700	30	40
Paddy	40	3	3	700	30	23
Powers Gold Label Special Reserve	40	3	12	700	25	52
Readbreast Pure Pot Still	40	3	12	700	36	159
The Tyrconnell	40	3	3	700	28	43
Tullamore Dew	40	3	12	700	29	50
Tullamore Dew	40	3	3	700	35	18
Kentucky Straight Bourbon (Gruppe 4)						
A. H. Hirsch Reserve	45,8	4	16	750	65	71

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
140	0,0	50	82	4	331	Jameson
390	4,0	182	319	9	1145	Jameson
208	0,3	43	95	6	344	Jameson
275	0,6	74	160	6	627	Jameson 1780
266	0,6	161	211	7	790	Jameson Gold Special Reserve
365	0,6	225	304	13	1149	Jameson Master Selection
328	0,8	154	189	15	688	Jameson Radio Marconi
156	0,0	65	82	5	350	Jameson Triple Distilled
215	0,2	123	237	6	803	Locke's Single Malt
249	0,6	205	304	11	1138	Magillian Peated Malt
246	0,6	214	252	33	1013	Magillian Pure Pot Still
276	0,7	179	213	10	773	Midleton Very Rare
164	0,0	56	102	1	396	Paddy
318	2,2	145	193	9	732	Powers Gold Label Special Reserve
325	0,0	11	204	6	689	Readbreast Pure Pot Still
250	0,3	156	258	7	884	The Tyrconnell
197	0,2	112	150	6	615	Tullamore Dew
143	0,0	12	57	3	225	Tullamore Dew
Kentucky Straight Bourbon (Gruppe 4)						
181	0,3	384	685	5	3125	A. H. Hirsch Reserve

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Blanton's Single Barrel	46,5	4	7	700	102	69
Blanton's Single Barrel	46,5	4	3	700	69	57
Bulleit Bourbon	45	4	3	700	33	75
Elijah Craig	45	4	18	750	77	101
Elijah Craig	47	4	12	700	56	88
Evan Williams Single Barrel Bourbon	43,3	4	18	750	56	45
Four Roses Single Barrel Bourbon	43	4	3	700	42	38
I.W. Harper	40	4	15	750	56	9
Jim Beam	40	4	3	1000	49	47
Jim Beam Black	43	4	8	700	41	15
Jim Beam's Choice	40	4	5	1000	37	12
Knob Creek	50	4	9	700	41	5
Labrot&Graham Woodford Reserve	45.2	4	3	700	82	60
Maker's Mark	45	4	3	700	65	14
Old Charter Proprietor's Reserve	45	4	13	750	48	14
Old Fitzgerald 1849	45	4	8	750	61	9
Old Grnad Dad Barrel Proof	57	4	3	750	65	16
Old Overholt	40	4	4	1000	46	10
Old Rip van Winkle	53.5	4	15	750	107	103
Old van Winkle Fam. Res. Rye	47,8	4	13	750	64	18

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
99	1,1	73	265	5	1601	Blanton's Single Barrel
105	0,2	194	216	6	1519	Blanton's Single Barrel
164	0,2	64	376	3	2304	Bulleit Bourbon
100	0,5	730	386	7	2942	Elijah Craig
101	0,3	333	579	4	3044	Elijah Craig
65	0,3	279	277	4	1767	Evan Williams Single Barrel Bourbon
122	0,0	277	589	5	3217	Four Roses Single Barrel Bourbon
125	0,2	228	426	5	1861	I.W. Harper
72	0,3	67	305	5	1668	Jim Beam
84	0,3	172	350	5	1938	Jim Beam Black
58	0,3	147	262	5	1654	Jim Beam's Choice
69	0,8	45	284	6	2163	Knob Creek
295	0,2	396	712	6	2557	Labrot&Graham Woodford Reserve
185	0,2	337	651	6	2198	Maker's Mark
125	0,6	267	430	7	1966	Old Charter Proprietor's Reserve
164	0,4	274	721	5	2183	Old Fitzgerald 1849
213	0,9	275	476	7	2482	Old Grnad Dad Barrel Proof
72	0,3	75	316	4	1561	Old Overholt
298	0,3	890	965	3	5088	Old Rip van Winkle
143	0,8	346	462	8	2398	Old van Winkle Fam. Res. Rye

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Old van Winkle Family Reserve	45	4	15	750	54	34
Pappa v. Winkle's Family Reserve	45,2	4	20	750	80	98
Pikesville Heaven Hill	40	4	4	750	48	8
Rock Hill Farms	50	4	3	750	70	80
Sazerac	45	4	18	750	61	100
Wild Turkey	40	4	3	700	46	78
Wild Turkey	50,5	4	12	750	67	48
Wild Turkey 101 Proof Rye	50,5	4	3	750	54	7
Wild Turkey Rare Breed	54,2	4	3	700	73	8
Woodford Reserve	45,2	4	3	700	83	8
Pure Malt Scotch Whisky (Gruppe 5)						
Ballantine's Pure Malt	40	5	12	700	23	70
Johnnie Walker Pure Malt	43	5	15	700	23	84
Single Malt Scotch Whisky (Gruppe 6)						
Aberfeldy	43	6	19	700	26	96
Aberlour	43	6	10	700	26	76
Aberlour a' bunadh	60	6	3	700	38	54
Ardbeg	40	6	17	700	24	9
Ardbeg	46	6	10	700	27	70
Ardbeg	46	6	11	700	22	103

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
117	0,6	336	647	6	3107	Old van Winkle Family Reserve
283	0,6	1032	1322	7	4853	Pappa v. Winkle's Family Reserve
150	2,4	108	424	4	1737	Pikesville Heaven Hill
96	0,0	465	234	8	1984	Rock Hill Farms
200	1,0	796	504	6	3145	Sazerac
125	0,5	305	457	4	2010	Wild Turkey
130	0,8	580	424	9	2503	Wild Turkey
260	1,3	203	629	6	2484	Wild Turkey 101 Proof Rye
227	1,4	130	749	8	2766	Wild Turkey Rare Breed
273	0,0	313	523	8	2220	Woodford Reserve
Pure Malt Scotch Whisky (Gruppe 5)						
222	0,5	140	324	7	951	Ballantine's Pure Malt
197	0,5	179	370	9	1106	Johnnie Walker Pure Malt
Single Malt Scotch Whisky (Gruppe 6)						
156	0,4	174	359	9	1114	Aberfeldy
272	0,2	212	292	8	1044	Aberlour
391	0,0	443	472	15	1957	Aberlour a' bunadh
260	0,4	64	298	10	886	Ardbeg
267	1,6	278	498	16	1839	Ardbeg
221	1,0	169	499	0	1751	Ardbeg

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Ardbeg	46	6	26	700	30	63
Ardbeg Lord of the Isles	46	6	3	700	40	64
Ardbeg Single Cask	42,8	6	28	700	33	101
Ardbeg Uigeadail	54,2	6	3	700	36	75
Ardmore	40	6	16	700	24	58
Auchentoshan	43	6	21	700	25	19
Auchentoshan	46	6	10	700	27	30
Auchentoshan Three Wood	43	6	3	700	34	66
Auchroisk The Singleton	43	6	10	1000	33	57
Balblair	40	6	16	700	26	43
Balblair	46	6	27	700	35	102
Balvenie	40	6	12	700	24	21
Balvenie	40	6	21	700	25	6
Balvenie Double Wood	43	6	12	1000	27	51
Balvenie Founders Reserve	40	6	10	700	24	76
Balvenie Single Barrel	46,9	6	25	700	25	58
Balvenie Vintage Cask	50,8	6	35	700	32	87
Ben Nevis	46	6	10	700	34	59
Benrinnes (Rare Malts)	60,4	6	21	700	37	96
Benromach	45	6	19	700	29	63

Prop-1	But-2	Ethyl-acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl-butanol-1	Markenname
372	1,2	219	479	14	1616	Ardbeg
315	1,1	342	529	15	1775	Ardbeg Lord of the Isles
283	0,6	337	692	13	2044	Ardbeg Single Cask
282	1,4	280	600	16	2122	Ardbeg Uigeadail
202	0,3	194	326	10	1373	Ardmore
206	0,4	50	287	4	1012	Auchentoshan
207	0,5	81	577	0	1743	Auchentoshan
226	0,5	146	348	6	1336	Auchentoshan Three Wood
264	0,3	191	368	9	1432	Auchroisk The Singleton
186	0,4	196	373	8	1235	Balblair
219	0,3	370	605	6	1566	Balblair
245	0,6	114	337	6	904	Balvenie
244	0,3	90	357	9	1034	Balvenie
235	1,2	252	281	11	1090	Balvenie Double Wood
221	1,1	148	275	6	900	Balvenie Founders Reserve
298	0,3	626	382	5	1279	Balvenie Single Barrel
325	0,4	557	600	11	2076	Balvenie Vintage Cask
295	1,8	232	414	14	1661	Ben Nevis
348	0,6	504	739	7	2002	Benrinnes (Rare Malts)
257	0,5	278	418	10	1636	Benromach

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Bladnoch	43	6	10	700	28	75
Blair Athol	43	6	12	700	33	70
Bowmore	43	6	12	700	26	60
Bowmore	43	6	17	700	25	47
Bowmore	43	6	21	700	24	40
Bowmore	43	6	25	700	35	70
Bowmore	43	6	30	700	38	50
Bowmore	43	6	3	700	34	6
Bowmore Darkest	43	6	3	700	37	70
Bowmore Dawn	51,5	6	3	700	36	72
Bowmore Legend	40	6	3	700	31	44
Bowmore Surf	40	6	3	1000	36	48
Bowmore Voyage	56	6	3	700	27	48
Brora (Rare Malts)	56,1	6	24	700	46	80
Bruichladdich	41,8	6	37	700	29	64
Bruichladdich	43	6	15	700	27	64
Bruichladdich	45	6	27	700	35	88
Bruichladdich	46	6	20	700	24	79
Bunnahabhain	40	6	12	700	28	70
Bunnahabhain	43	6	17	700	27	43

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
198	1,2	144	296	7	998	Bladnoch
223	0,7	264	353	6	1279	Blair Athol
183	2,0	61	299	8	893	Bowmore
219	0,0	139	304	9	992	Bowmore
261	0,3	70	360	7	1093	Bowmore
243	0,3	312	331	9	1149	Bowmore
249	1,2	177	320	11	1109	Bowmore
192	0,5	81	311	9	951	Bowmore
208	0,6	178	382	8	1371	Bowmore Darkest
251	1,1	317	423	13	1680	Bowmore Dawn
169	1,3	141	308	10	1193	Bowmore Legend
179	1,1	124	248	13	1081	Bowmore Surf
220	0,0	137	306	13	1010	Bowmore Voyage
344	0,6	442	590	8	1704	Brora (Rare Malts)
234	0,8	310	788	12	2949	Bruichladdich
261	0,7	130	427	7	1205	Bruichladdich
299	0,6	351	519	6	1761	Bruichladdich
222	0,5	188	533	8	1764	Bruichladdich
177	0,5	148	292	7	998	Bunnahabhain
234	0,8	149	370	8	1209	Bunnahabhain

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Caol Ila	43	6	15	700	32	66
Caol Ila	43	6	18	700	30	52
Caol Ila (Rare Malts)	61,7	6	23	700	48	94
Cardhu	40	6	12	700	23	14
Cardhu (Rare Malts)	60,02	6	27	700	44	96
Clynelish	43	6	14	700	27	76
Clynelish	57	6	12	700	40	6
Coleburn (Rare Malts)	59,4	6	21	700	44	80
Cragganmore	40	6	12	700	22	75
Dallas Dhu	50	6	34	700	37	135
Dalmore	43	6	12	1000	29	55
Dalwhinnie	43	6	15	700	30	30
Drumguish	40	6	3	1000	21	42
Dufftown	43	6	15	700	28	46
Edradour	40	6	10	700	31	106
Edradour	46	6	10	700	36	56
Finlaggan Old Reserve	40	6	3	700	19	52
Fuaran Ile	46	6	13	700	29	55
Glen Deveron	40	6	10	1000	21	48
Glen Elgin	43	6	12	700	29	56

Prop-1	But-2	Ethyl-acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl-butanol-1	Markenname
209	0,4	128	312	6	1010	Caol Ila
232	0,3	241	410	9	1224	Caol Ila
290	0,3	582	540	12	1823	Caol Ila (Rare Malts)
193	0,4	30	250	6	688	Cardhu
301	0,7	528	765	5	1943	Cardhu (Rare Malts)
178	0,2	129	332	6	1021	Clynelish
278	0,4	9	447	9	1304	Clynelish
355	1,4	498	502	8	1655	Coleburn (Rare Malts)
218	1,6	136	321	9	1036	Cragganmore
275	0,8	408	736	9	1994	Dallas Dhu
314	0,6	165	411	0	1188	Dalmore
174	0,4	64	347	6	958	Dalwhinnie
252	0,0	122	421	0	1135	Drumguish
222	0,6	108	374	12	1083	Dufftown
197	3,2	221	384	7	860	Edradour
224	2,4	220	445	0	957	Edradour
168	0,4	144	257	10	933	Finlaggan Old Reserve
234	0,5	242	306	9	1035	Fuaran Ile
213	0,0	108	254	8	875	Glen Deveron
208	1,8	164	286	10	926	Glen Elgin

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Glen Garioch	43	6	15	700	27	83
Glen Grant	40	6	25	700	22	93
Glen Grant	40	6	38	700	28	99
Glen Grant	58,7	6	27	700	26	77
Glen Moray	43	6	16	700	25	59
Glen Moray	43	6	17	750	29	128
Glen Ord	43	6	12	700	25	66
Glen Scotia	40	6	14	700	24	92
Glen Spey	43	6	12	700	28	51
Glencaddam	40	6	16	700	22	65
Glencraig	40	6	25	700	30	92
Glendronach	40	6	15	700	25	99
Glendullan (Rare Malts)	63,1	6	23	700	45	119
Glenesk	40	6	15	700	30	74
Glenfarclas	43	6	12	700	33	69
Glenfarclas	43	6	21	700	32	92
Glenfarclas	43	6	25	700	29	70
Glenfarclas	46	6	44	700	28	118
Glenfarclas	53,6	6	23	700	40	115
Glenfarclas	54,1	6	35	700	32	142

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
233	0,3	225	359	5	1067	Glen Garioch
230	0,5	305	610	7	1652	Glen Grant
187	0,5	380	690	6	1835	Glen Grant
377	0,7	335	696	11	1783	Glen Grant
216	0,0	288	347	0	1043	Glen Moray
209	0,3	171	370	4	862	Glen Moray
216	0,6	216	348	7	1006	Glen Ord
241	0,5	185	475	8	1622	Glen Scotia
281	0,0	142	418	12	1211	Glen Spey
194	0,0	175	363	10	1179	Glencaddam
217	0,3	197	468	11	1250	Glenraig
201	1,7	172	272	6	965	Glendronach
289	0,6	604	615	8	1821	Glendullan (Rare Malts)
147	0,4	192	204	4	867	Glenesk
209	0,2	147	296	7	928	Glenfarclas
231	0,6	262	325	7	1135	Glenfarclas
230	0,6	400	412	6	1270	Glenfarclas
244	0,5	722	763	14	2067	Glenfarclas
308	0,9	391	303	6	1237	Glenfarclas
262	0,4	728	1045	9	2457	Glenfarclas

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Glenfiddich	40	6	30	700	26	77
Glenfiddich Caoran Reserve	40	6	12	700	23	50
Glenfiddich Havanna Reserve	40	6	21	700	26	56
Glenfiddich Old Ancient Reserve	40	6	18	700	26	59
Glenfiddich Solera Reserve	40	6	15	700	27	22
Glenfiddich Special Reserve	40	6	12	700	20	46
Glenglassaugh	43	6	12	700	32	80
Glengoyne	43	6	10	1000	30	64
Glengoyne	43	6	17	700	41	66
Glenkeith	43	6	10	700	34	42
Glenkinchie	43	6	10	700	31	64
Glenlivet	40	6	12	700	30	52
Glenlivet	40	6	21	700	32	98
Glenmorangie	40	6	10	700	29	63
Glenmorangie	43	6	18	1000	34	51
Glenmorangie	43	6	25	500	21	69
Glenmorangie 100% Proof Tradit.	57,2	6	3	1000	37	56
Glenmorangie limited	43	6	21	700	30	59
Glenmorangie Port Wood Finish	43	6	3	1000	29	59
Glenmorangie Sherry Wood Finish	43	6	3	1000	34	62

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
226	1,3	268	543	5	1478	Glenfiddich
206	0,2	227	250	10	942	Glenfiddich Caoran Reserve
262	0,5	168	387	2	1251	Glenfiddich Havanna Reserve
222	0,2	161	342	10	1048	Glenfiddich Old Ancient Reserve
230	0,2	59	314	7	894	Glenfiddich Solera Reserve
236	0,3	104	309	9	982	Glenfiddich Special Reserve
241	0,6	242	388	10	1162	Glenglassaugh
197	0,3	166	301	7	978	Glengoyne
224	0,6	261	476	5	1278	Glengoyne
231	1,0	163	244	8	1026	Glenkeith
192	1,0	145	221	6	746	Glenkinchie
202	0,6	116	344	7	1004	Glenlivet
220	1,6	199	385	8	1312	Glenlivet
226	0,2	139	301	7	962	Glenmorangie
197	0,0	190	283	7	925	Glenmorangie
220	1,1	165	311	5	831	Glenmorangie
286	0,2	294	317	12	1220	Glenmorangie 100% Proof Tradit.
213	0,7	131	372	3	990	Glenmorangie limited
288	0,3	171	297	10	943	Glenmorangie Port Wood Finish
251	0,3	96	324	8	1082	Glenmorangie Sherry Wood Finish

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Glenrothes	43	6	14	700	29	52
Glenturret	40	6	15	700	29	77
Glenury Royal (Rare Malts)	57	6	29	700	25	66
Highland Park	40	6	12	700	24	62
Highland Park	43	6	18	700	28	84
Highland Park	54,8	6	23	700	39	98
Highland Park	56,8	6	26	700	35	63
Highland Park Bincentenary Reserve	43	6	26	700	28	23
House Malt	43	6	9	700	23	54
Imperial	46	6	15	700	29	40
Inchgower	43	6	14	700	34	35
Isle of Arran	43	6	6	700	27	40
Isle of Arran	59	6	3	700	68	36
Isle of Jura	40	6	10	700	21	65
Isle of Jura Stillman's Dram	45	6	27	700	43	74
Knockando	43	6	10	700	38	37
Knockando	43	6	25	700	31	68
Knockando 100 years	43	6	17	700	37	13
Knockdhu	57,4	6	23	700	36	62
Lagavulin	43	6	16	700	23	100

Prop-1	But-2	Ethyl-acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl-butanol-1	Markenname
240	0,8	226	307	8	967	Glenrothes
220	1,4	240	261	4	900	Glenturret
394	0,3	476	897	9	2575	Glenury Royal (Rare Malts)
193	0,2	148	267	7	804	Highland Park
376	0,3	269	626	5	1047	Highland Park
260	0,2	548	427	3	1462	Highland Park
268	0,3	323	323	5	1158	Highland Park
225	0,4	151	317	6	968	Highland Park Bincenary Reserve
223	0,6	203	396	10	1241	House Malt
165	0,4	85	270	10	798	Imperial
160	0,7	83	237	6	732	Inchgower
212	0,6	161	326	8	1047	Isle of Arran
382	14,0	204	375	9	1179	Isle of Arran
208	0,5	78	398	5	1142	Isle of Jura
317	1,9	216	577	5	1264	Isle of Jura Stillman's Dram
275	0,3	116	275	7	956	Knockando
296	0,5	101	376	9	1007	Knockando
294	0,2	99	394	6	968	Knockando 100 years
207	0,0	237	593	13	1812	Knockdhu
189	0,6	255	313	6	1083	Lagavulin

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Lagavulin	57,2	6	25	700	39	68
Lagavulin	58	6	12	700	36	64
Lagavulin Pedro Ximenez	43	6	16	700	29	100
Laphroaig	40	6	10	700	25	60
Laphroaig	42,4	6	40	700	32	92
Laphroaig	43	6	15	700	28	60
Laphroaig	43	6	30	700	38	103
Laphroaig	46	6	14	700	25	58
Laphroaig orig. Cask Strength	57,3	6	10	1000	40	64
Ledaig	40	6	20	700	23	80
Linkwood	43	6	12	700	25	100
Linkwood (Rare Malts)	61,2	6	23	700	32	88
Littlemill	40	6	8	700	23	92
Longmorn	40	6	25	700	30	61
Longmorn	45	6	15	1000	36	64
Longmorn	45,65	6	31	700	21	102
Longrow	46	6	10	700	19	44
Millburn (Rare Malts)	61,9	6	25	700	37	91
Miltonduff	43	6	12	750	30	57
Mortlach	43	6	16	700	38	96

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
354	0,5	348	704	12	2244	Lagavulin
277	0,0	215	411	7	1263	Lagavulin
198	0,8	199	253	7	980	Lagavulin Pedro Ximenez
256	0,2	172	273	8	980	Laphroaig
284	0,6	378	552	5	1554	Laphroaig
192	0,5	215	274	7	1004	Laphroaig
262	0,6	442	558	9	1617	Laphroaig
271	0,3	238	338	4	1185	Laphroaig
362	0,3	350	428	6	1599	Laphroaig orig. Cask Strength
253	0,4	170	276	5	840	Ledaig
193	0,4	152	369	10	1110	Linkwood
407	0,4	568	743	12	2234	Linkwood (Rare Malts)
224	0,4	143	482	8	1394	Littlemill
254	4,9	236	373	5	1110	Longmorn
258	0,3	226	326	10	1295	Longmorn
250	9,3	256	615	8	1782	Longmorn
257	0,4	190	379	6	983	Longrow
388	0,2	629	711	10	2020	Millburn (Rare Malts)
243	0,5	119	326	7	975	Miltoduff
198	0,9	198	303	8	1041	Mortlach

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Oban	43	6	14	700	27	59
Oban	43	6	23	700	27	105
Oban	43	6	3	700	32	11
Oban	55,1	6	32	700	31	95
Old Fettercairn	40	6	10	700	19	49
Old Pulteney	43	6	12	1000	23	65
Pittyvaich	43	6	12	700	36	71
Port Ellen	59,35	6	24	700	38	83
Rosebank	43	6	11	700	22	42
Royal Brackla	43	6	9	700	23	47
Royal Lochnagar	40	6	12	700	29	56
Scapa	40	6	12	700	27	68
Scapa	50	6	25	700	45	123
Springbank	46	6	10	700	31	81
Springbank	46	6	15	700	30	63
Springbank	57,8	6	30	700	67	159
Springbank Rum Wood	54,6	6	12	700	41	55
Strathisla	40	6	25	700	44	87
Strathisla	43	6	12	1000	24	55
Strathisla	59,2	6	3	700	43	200

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
190	0,9	121	325	7	1102	Oban
223	0,0	311	374	5	1132	Oban
215	0,5	168	309	8	843	Oban
369	2,7	542	808	7	2104	Oban
265	0,2	59	310	7	919	Old Fettercairn
209	0,3	142	369	11	1224	Old Pulteney
225	0,0	185	359	11	913	Pittyvaich
263	0,7	391	465	8	1582	Port Ellen
181	0,6	158	423	8	1311	Rosebank
216	0,3	258	336	6	1292	Royal Brackla
215	0,4	131	336	6	1027	Royal Lochnagar
266	0,1	208	437	7	1443	Scapa
323	0,7	630	583	6	1577	Scapa
248	0,5	230	520	7	1466	Springbank
268	0,4	222	471	10	1295	Springbank
343	9,0	772	548	8	1463	Springbank
315	0,8	334	718	7	1927	Springbank Rum Wood
281	1,5	326	491	5	1460	Strathisla
231	0,2	156	390	9	1292	Strathisla
404	1,6	147	1117	14	2516	Strathisla

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Talisker	45,8	6	10	700	24	100
Talisker	62	6	20	700	32	122
Talsiker	45,8	6	13	700	28	48
Tamdhu	40	6	3	1000	23	43
Teaninch	43	6	10	700	25	58
Teaninich (Rare Malts)	64,2	6	27	700	44	99
The Macallan	40	6	12	700	39	16
The Macallan	43	6	15	700	31	27
The Macallan	43	6	30	700	32	111
The Macallan	40	6	10	1000	34	68
The Macallan Cask Strength	58,8	6	10	1000	48	82
The Macallan Replica 1841	41,7	6	3	700	28	65
The Macallan Replica 1861	42,7	6	3	700	37	70
The Macallan Speymalt Vintage	40	6	28	700	28	108
Tobermory	40	6	10	700	25	41
Tomintoul	40	6	16	700	25	54
Tormore	40	6	12	700	24	42
Tullibardine	40	6	10	700	29	72
Vintage Islay Cask strength	58,4	6	5	700	22	5

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
210	0,4	168	323	9	949	Talisker
287	0,3	562	521	15	1619	Talisker
232	0,2	177	335	11	1114	Talsiker
236	1,2	95	282	8	945	Tamdhu
215	0,4	184	300	6	855	Teaninch
372	1,5	616	938	9	2387	Teaninich (Rare Malts)
181	0,2	77	214	9	644	The Macallan
156	0,3	77	287	7	865	The Macallan
221	4,1	30	448	17	1167	The Macallan
205	0,3	303	265	10	894	The Macallan
282	0,4	505	445	11	1474	The Macallan Cask Strength
258	0,0	211	332	8	993	The Macallan Replica 1841
252	0,8	227	308	8	989	The Macallan Replica 1861
214	1,2	308	430	6	1274	The Macallan Speymalt Vintage
190	0,0	108	323	9	1115	Tobermory
260	0,0	213	397	9	1087	Tomintoul
243	0,0	166	346	9	1135	Tormore
197	0,2	41	332	7	993	Tullibardine
286	0,6	144	391	12	1333	Vintage Islay Cask strength

Markenname	Vol.-% lt. Etikett	Gruppe	Alter	Flaschen- Größe in ml	Methanol	Acet- aldehyd
Tennessee Whiskey (Gruppe 7)						
Gentleman Jack	40	7	3	700	46	10
Georg Dickel Special Barrel Reserve	43	7	3	700	73	25
Jack Daniel's	40	7	3	1000	53	30
Jack Daniel's	43	7	3	700	47	77
Jack Daniel's Single Barrel	45	7	3	700	67	18
Exoten (Gruppe 8)						
Armorik	40	8	3	700	25	59
Cameron Brig	40	8	3	700	30	6
Drambuie	40	8	3	700	64	9
Lammerlaw	43	8	3	700	30	62
Michel Couvreur	44	8	3	700	107	62
Slyrs	43	8	3	700	30	46
Sullivans Cove	40	8	3	700	18	62
Suntory	43	8	3	700	33	69

Prop-1	But-2	Ethyl- acetat	Iso-But	n-But	2,3-Methyl- butanol-1	Markenname
Tennessee Whiskey (Gruppe 7)						
125	0,0	92	892	3	2084	Gentleman Jack
125	0,3	129	333	5	1737	Georg Dickel Special Barrel Reserve
127	0,4	260	855	4	2949	Jack Daniel's
123	0,2	185	893	4	2194	Jack Daniel's
114	0,0	202	923	5	2485	Jack Daniel's Single Barrel
Exoten (Gruppe 8)						
265	0,3	166	310	13	1005	Armorik
330	0,6	49	292	3	128	Cameron Brig
265	1,1	73	236	4	282	Drambuie
247	0,0	214	505	4	1666	Lammerlaw
282	0,0	81	178	2	129	Michel Couvreur
209	0,0	250	346	2	801	Slyrs
106	0,0	152	78	5	635	Sullivans Cove
286	0,0	285	229	5	920	Suntory

Danksagung:

Herrn Professor Dr. med. Matthias Graw aus dem Institut für Rechtsmedizin der Ludwig-Maximilians-Universität München danke ich für die Überlassung des Themas.

Besonders bedanken möchte ich mich für sein hohes Engagement bei der Betreuung dieser Arbeit.

Ebenso danke ich Herrn Professor Dr. med. Thomas Gilg für die freundliche Unterstützung.

Frau Gudrun Braun aus dem Labor des Institutes gilt für die geleistete Unterstützung bei den gaschromatographischen Untersuchungen mein herzlichster Dank.

Herrn Alexander Riehn möchte ich für den Großteil der zur Verfügung stehenden Whisky-Proben danken.

Meinem Bruder Dr. med. dent. Jens-Peter Lentrodt danke ich für sein außergewöhnliches Engagement bei der technischen Umsetzung, welches ein Zustandekommen dieser Arbeit erst möglich gemacht hat.

Lebenslauf:

Am 17. April 1974 wurde ich, Markus Frank Oliver Lentrodt als Sohn des Zahnarztes Dr. med. dent. Michael Joachim Kurt Lentrodt und der Hausfrau Anna Helga Lentrodt-Limbourg, geb. Limbourg, in München geboren.

Von 1980 bis 1985 besuchte ich die Haimhauser Grundschule und wechselte 1985 auf das ebenfalls in München befindliche Günter-Stöhr-Gymnasium, welches ich 1995 mit der Allgemeinen Hochschulreife verließ.

Am 1. Oktober 1995 immatrikulierte ich mich für das Fach Zahnheilkunde an der Humboldt-Universität zu Berlin, bestand am 8. Oktober 1996 die Naturwissenschaftliche Vorprüfung, am 11. April 2000 die Zahnärztliche Vorprüfung und am 27. November 2002 die Zahnärztliche Prüfung.

Am 19. Dezember 2002 erhielt ich die Approbation als Zahnarzt.