

Evaluation von Speichel-Drogenvortests im Rahmen der allgemeinen Verkehrskontrolle

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Hohen Medizinischen Fakultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

Bonn

Eva Maria Friederike Große Hokamp
Münster
2015

Angefertigt mit der Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Prof. Dr. rer. nat. F. Mußhoff
2. Gutachter: Prof. Dr. med. D. Klingmüller

Tag der Mündlichen Prüfung: 03. März 2015

Aus dem Institut für Rechtsmedizin
Direktor: Prof. Dr. med. B. Madea

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	7
1. Einleitung.....	9
1.1 Rechtliche Grundlagen zum Rauschmittelkonsum im Straßenverkehr.....	11
1.2 Aktuelle Prävalenzen zum Drogenkonsum in Deutschland und Europa	15
1.3 Pharmakokinetik und Pharmakodynamik wesentlicher Drogen und ihr Einfluss auf das Fahrverhalten	17
1.3.1 Cannabis.....	18
1.3.2 Amphetamine, Metamphetamine und Ecstasy.....	19
1.3.3 Kokain	21
1.3.4 Opiate	22
1.3.5 Benzodiazepine.....	23
1.4 Nachweis von Drogen im menschlichen Körper	25
1.4.1 Blut / Serum	26
1.4.2 Speichel	27
1.4.3 Urin	27
1.5 Analysemethoden	28
2. Material und Methoden	30
2.1 Datenbasis.....	30
2.2 Eingesetzte Test- und Analyseverfahren.....	31
2.2.1 Dräger DrugTest® 5000®	32
2.2.2 Mavand Rapid STAT®	33
2.2.3 Securetec DrugWipe®	34
2.2.4 Nal von Minden Drug Screen Urintest	35
2.2.5 Blutprobe.....	37
2.3 Statistische Grundlagen	37
2.3.1 Sensitivität.....	38
2.3.2 Spezifität	39
2.3.3 Genauigkeit (Accuracy)	39

2.3.4	Positiv prädiktiver Wert (PPV)	40
2.3.5	Negativ prädiktiver Wert (NPV).....	40
3.	Ergebnisse	42
3.1	Dräger DrugTest® 5000	42
3.2	Mavand Rapid STAT®	46
3.3	Securetec DrugWipe	49
3.4	Nal von Minden Urintest	52
3.5	Zusammenfassende Betrachtung der geprüften Testverfahren ...	55
4.	Diskussion	59
5.	Zusammenfassung	70
6.	Anhang	72
7.	Abbildungsverzeichnis	76
8.	Tabellenverzeichnis	77
9.	Literaturverzeichnis	79
10.	Danksagung	85
11.	Lebenslauf	86

Abkürzungsverzeichnis

AMP	Amphetamine
BAK	Blutalkoholkonzentration
BENZO	Benzodiazepine
BKA	Bundeskriminalamt
BvR	Bundesverfassungsrichter
CB1	Cannabinoidrezeptor 1
DRUID	Driving under the influence of drugs
EIA	Enzymimmunoassay
FN	Falsch-negativ
FP	Falsch-Positiv
GC-MS	Gaschromatographie-Massenspektrometrie
GTfCh	Gesellschaft für Toxikologie und forensische Chemie
HWZ	Halbwertszeit
Herst.	Hersteller
i.V.	Intravenös
KOK	Kokain
LC-MS	Flüssigchromatographie-Massenspektrometrie
MAE	3,4-Methylendioxyethylamphetamin
6-MAM	6-Monoacetylmorphin
MDA	3,4-Methylendioxyamphetaminen
MDEA	3,4-Methylendioxyethylamphetamin
n.a.	Keine Ergebnisse

NPV	Negativ prädiktiver Wert
NRW	Nordrhein-Westfalen
11-OH-THC	11-Hydroxy-delta-9-Tetrahydrocannabinol
OPI	Opiate
PPV	Positiv prädiktiver Wert
RIA	Radioimmunoassay
RN	richtig-negativ
RP	richtig-positiv
StGB	Strafgesetzbuch
StVG	Straßenverkehrsgesetz
StPO	Strafprozessordnung
THC	Tetrahydrocannabinol
THC-COOH	11-Nor- Δ -9-Tetrahydrocannabinol-9-Carbonsäure

1. Einleitung

Wie kein zweiter Fachbereich der Medizin verbindet die Rechtsmedizin medizinisches Wissen mit öffentlichem Interesse. So können mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden und medizinischer Grundlagen Informationen gewonnen werden, die für juristische Prozesse oftmals entscheidend sind und damit die Basis für grundlegende, rechtlich bindende Entscheidungen darstellen.

Als eine wichtige Disziplin innerhalb der Rechtsmedizin beschäftigt sich die forensische Toxikologie mit dem Nachweis oder dem Ausschluss von Vergiftungen. Damit leistet sie einen wertvollen Beitrag zur Aufklärung von Todesfällen, die mit einer Obduktion allein nicht zu klären wären. Untersuchte Substanzen können hierbei z.B. Körperflüssigkeiten oder Organmaterialien sein, die auf Medikamentenwirkstoffe, Betäubungsmittel, Alkohol, Haushalts- und Gewerbechemikalien, Pestizide, flüchtige Noxen oder Brandgase untersucht werden (Charité, 2013).

Ein weiterer wichtiger Schwerpunkt der forensischen Toxikologie liegt im Bereich der Verkehrsmedizin. Sie setzt sich zur Aufgabe, die Sicherheit des Menschen im Straßenverkehr auch präventiv zu fördern und verkehrsbedingte Gesundheitsstörungen abzuwehren (Madea und Dettmeyer, 2007). Unter anderem zählt hierzu die Begutachtung der aktuellen Fahrsicherheit, die durch Alkohol, Drogen, Medikamente oder Erkrankungen beeinträchtigt sein kann (Madea und Dettmeyer, 2007). So gab es allein in Deutschland in den ersten 10 Monaten des Jahres 2013 insgesamt 1.132 Verkehrsunfälle mit Personenschäden nach Drogenkonsum (Stat. Bundesamt, 2013). Während die Zahl der Unfälle mit Personenschaden nach Alkoholkonsum in den Jahren 1975 bis 2012 um 69,2 % sank, verdreifachte sich die Anzahl der Unfälle mit Personenschaden unter dem Einfluss anderer berauschender Mittel in den Jahren 1991 bis 2012 von 434 auf 1.425 Unfälle (Stat. Bundesamt, 2013). Diese alarmierenden Zahlen unterstreichen die Wichtigkeit und unbedingte Notwendigkeit von regelmäßigen Kontrollen im Straßenverkehr auf illegale Substanzen. Ähnlich wie bei den bekannten Alkoholkontrollen im Straßenverkehr können auch andere Rauschmittel mit höchster Präzision im Blut nachgewiesen werden. Voraussetzung für die Veranlassung einer entsprechenden, allerdings auch

kostenintensiven invasiven Blutanalyse eines Verkehrsteilnehmers ist jedoch der begründete Verdacht auf den Konsum berauschender Substanzen (Huestis et al., 2011). Groß ist entsprechend das Bestreben nach einem Schnelltest auch für andere Substanzen - analog der Überprüfung auf Alkoholkonsum. Eine dieses Ziel beinhaltende Ausschreibung der Polizei Nordrhein-Westfalens gewann 2009 ein Produkt der Firma Nal von Minden. Hierbei handelt es sich um den Drug Screen Multi-5 TK-Test, einen Urin-schnelltest für routinemäßige Straßenverkehrskontrollen. Jedoch ist es in der Praxis oftmals recht umständlich, Urinproben am Straßenrand zu vereinnahmen, zumal ein Großteil der Testpersonen die Probenabgabe als Eingriff in die Privatsphäre empfindet (Huestis et al., 2011).

Da viele Substanzen im Urin länger nachweisbar sind als im Serum, besteht eine weitere Problematik darin, dass die Matrix Urin nur unzureichend den tatsächlichen, aktuellen Drogengehalt im Blut und damit die vorliegende Beeinträchtigung des Fahrers widerspiegelt. So ist beispielsweise Cannabis bei Dauerkonsum noch 2-6 Wochen nach einem Konsum im Urin nachweisbar, während im Blut die Konzentration und damit die Wirkung auf den Körper schon nach wenigen Stunden nachlässt (Madea und Dettmeyer, 2007). Die Kosten, die durch einen negativen Bluttest nach einem falsch-positiven Vor-test entstehen, sind zunächst von den Behörden zu tragen, so dass auch aus diesem Grund die Notwendigkeit einer möglichst hohen Spezifität der Schnelltests zu fordern ist. Speichel als Ultrafiltrat des Blutes könnte dem Nachweisfenster des Blutes bedeutend näher kommen als Urin und in Form eines Speichelschnelltests am Straßenrand wesentlich praktikabler sein.

In der hier vorliegenden Arbeit soll, basierend auf entsprechende Einsatzergebnisse der Polizei Nordrhein-Westfalens, untersucht werden, ob die bisher auf dem Markt vorhandenen Speichelschnelltests eine verlässliche und damit in Betracht kommende Alternative zum Urintest darstellen.

Im Anschluss erfolgt in der Diskussion eine Gegenüberstellung der Ergebnisse mit Daten, die im Rahmen dieser Arbeit in einer umfassenden Literaturstudie erhoben wurden.

1.1 Rechtliche Grundlagen zum Rauschmittelkonsum im Straßenverkehr

Um potenzielle Risikofaktoren im Straßenverkehr zu minimieren und fahruntüchtige Fahrer zu sanktionieren, sind im Straßenverkehrsgesetz (StVG), im Strafgesetzbuch (StGB) sowie in der Strafprozessordnung (StPO) die Rahmenbedingungen für die Teilnahme im Straßenverkehr determiniert. Hierbei sind vor allem die § 316 und § 315c des StGBs sowie der § 24 a (2) des StVGs ausschlaggebend:

§ 316 StGB Trunkenheit im Verkehr

(1) Wer im Verkehr (§§ 315 bis 315 d) ein Fahrzeug führt, obwohl er infolge des Genusses alkoholischer Getränke oder anderer berauschender Mittel nicht in der Lage ist, das Fahrzeug sicher zu führen, wird mit Freiheitsstrafe bis zu einem Jahr oder mit Geldstrafe bestraft, wenn die Tat nicht in § 315 a oder § 315 c mit Strafe bedroht ist.

(2) Nach Absatz 1 wird auch bestraft, wer die Tat fahrlässig begeht.

§ 315c StGB Gefährdung des Straßenverkehrs

(1) Wer im Straßenverkehr ein Fahrzeug führt, obwohl er

- a. Infolge des Genuss alkoholischer Getränke oder anderer berauschender Mittel oder
- b. Infolge geistiger oder körperlicher Mängel nicht in der Lage ist, das Fahrzeug zu führen [...] und dadurch Leib oder Leben eines anderen Menschen oder fremde Sachen von bedeutendem Wert gefährdet, wird mit Freiheitsstrafe bis zu fünf Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

§ 24 a (2) des StVG:

(2) Ordnungswidrig handelt, wer unter der Wirkung eines in der Anlage zu dieser Vorschrift genannten berauschenden Mittels im Straßenverkehr ein Kraftfahrzeug führt. Eine solche Wirkung liegt vor, wenn eine in dieser Anlage genannte Substanz im Blut nachgewiesen wird. Satz 1 gilt nicht, wenn die Substanz aus der bestimmungsgemäßen Einnahme eines für einen konkreten Krankheitsfall verschriebenen Arzneimittels herrührt.

Hierbei gilt zu beachten, dass die § 316 und § 315 c des StGBs erst in Kraft treten, wenn von einer Straftat ausgegangen wird.

Das Fahren unter Alkoholeinfluss obliegt hier einer eindeutigen Regelung:

Es wird differenziert zwischen der relativen (ab BAK von 0,3‰) und der absoluten Fahrunsicherheit (ab BAK von 1,1 ‰). Von der absoluten Fahrunsicherheit und somit von einer Straftat, spricht man ab einer BAK von 1,1 ‰. Das Führen eines Kraftfahrzeuges mit einer BAK zwischen 0,3 ‰ und 1,1 ‰ wird nach § 24a als Ordnungswidrigkeit behandelt. Wenn neben einer BAK von 0,3 ‰ zusätzliche Beweisanzeichen das Vorliegen von Fahrunsicherheit belegen, so treten die § 315 c und § 316 in Kraft (Riemenschneider, 1999). Mit entsprechenden BAK von:

$\geq 0,5 \text{ ‰}$ und $< 1,1 \text{ ‰}$	→ Ordnungswidrigkeit nach § 24 a StVG
$\geq 0,3 \text{ ‰}$ und $< 1,1 \text{ ‰}$ + Auffälligkeiten	→ Straftat nach § 315 c und § 316 StGB
$> 1,1 \text{ ‰}$	→ Tatbestand Straftat („absolute Fahrunsicherheit“)

Bei Drogenkonsum im Straßenverkehr finden sich hingegen keine genauen Grenzwerte zur absoluten Fahrunsicherheit. Hier gilt lediglich die relative Fahrunsicherheit. Das heißt, erst wenn zum nachgewiesenen Drogenkonsum eine auffälliges Fahrverhalten kommt, wird von einer Straftat ausgegangen und § 315 c und § 316 treten in Kraft (Berr et al., 2012).

Als sogenannter Auffangtatbestand kann ggf. von einer Ordnungswidrigkeit nach § 24 a (2) ausgegangen. Die Anlage zum § 24 a des StVGs bezieht sich hierbei auf die in Tabelle 1 aufgelisteten Rauschmittel. Laut diesem Abschnitt des StVGs gilt in Deutschland eine Nulltoleranz-Grenze für den Konsum von Drogen im Straßenverkehr.

	Substanzklassen	Konzentration
Cannabis	Tetrahydrocannabinol (THC)	1 ng/ml
Heroin	Morphin	10 ng/ml
Morphin	Morphin	10 ng/ml
Kokain	Kokain	75 ng/ml
Kokain	Benzoylecgonin	75 ng/ml
Amphetamin	Amphetamin	25 ng/ml
Designer-Amphetamin	Methylendioxyamphetamin (MDA)	25 ng/ml
Designer-Amphetamin	Methylendioxyethylamphetamin	25 ng/ml
Designer-Amphetamin	Methylendioxymetamphetamin (MDMA)	25 ng/ml
Metamphetamin	Metamphetamin	25 ng/ml

Tabelle 1: Übersicht über die in der Anlage des § 24 a (2) des StVG aufgeführten berauschenden Mittel, sowie über die von der Grenzwertkommission der Gesellschaft für Toxikologie und forensische Chemie (GTfCh) festgelegten Grenzwerte in ng/ml für die jeweiligen Substanzen (Paul und Mußhoff, 2009)

In einem Beschluss vom 21.12.2004-1 BvR 2652/03 entschied jedoch das Bundesverfassungsgericht, dass der Nachweis des Cannabiswirkstoffs THC im Blut eines Kraftfahrers nur dann eine Ordnungswidrigkeit nach § 24 a Abs. 2 StVG darstelle, wenn die Höhe der gemessenen Konzentration es als möglich erscheinen lasse, dass der Konsum die Fahrtüchtigkeit kausal eingeschränkt hat (Musshoff und Madea, 2012). Es wird deutlich, dass die kleinste nachweisbare Konzentration noch nicht der Minimalen Wirkkonzentration entspricht. Aus diesem Grund wurden von der gemeinsamen Grenzwertkommission, bestehend aus Mitgliedern der Gesellschaft für Rechtsmedizin, der Deutschen

Gesellschaft für Verkehrsmedizin sowie der Gesellschaft für Toxikologie und forensische Chemie (GTfCh), die Blutkonzentrationen vorgeschlagen, die es als wahrscheinlich erachten lassen, dass von einer akuten Wirkung auszugehen ist. Die entsprechenden Grenzwerte sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Sie beziehen sich hierbei immer auf die nachweisbare Konzentration der Drogen im Medium Serum. Wurden zuvor in einem anderen Medium wie zum Beispiel Speichel oder Urin Drogen nachgewiesen, muss dieser Nachweis mittels Blut-/ Serumprobe bestätigt werden, um vor Gericht zu bestehen. Dementsprechend gelten Drogenvortests nicht als rechtlich valider Nachweis für Drogenkonsum, sondern dienen lediglich der Vorselektion der Probanden vor einer kostenintensiven und invasiven Blutprobe. Zusätzlich zu den oben erwähnten Artikeln kommt dem § 323 a StGB eine grundlegende Bedeutung zu:

§ 323 a StGB Vollrausch

(1) Wer sich vorsätzlich oder fahrlässig durch alkoholische Getränke oder andere berauschende Mittel in einen Rausch versetzt, wird mit Freiheitsstrafe bis zu fünf Jahren oder mit Geldstrafe bestraft, wenn er in diesem Zustand eine rechtswidrige Tat begeht und ihretwegen nicht bestraft werden kann, weil er infolge des Rausches schuldunfähig war oder weil dies nicht auszuschließen ist.

(2) Die Strafe darf nicht schwerer sein als die Strafe, die für die im Rausch begangene Tat angedroht ist.

(3) Die Tat wird nur auf Antrag, mit Ermächtigung oder auf Strafverlangen verfolgt, wenn die Rauschtat nur auf Antrag, mit Ermächtigung oder auf Strafverlangen verfolgt werden könnte.

Anhand dieses Paragraphen wird sichergestellt, dass auch Täter, die auf Grund eines Rauschzustandes zum Tatzeitpunkt schuldunfähig sind, für etwaige Straftaten belangt werden können.

1.2 Aktuelle Prävalenzen zum Drogenkonsum in Deutschland und Europa

Den aktuellsten Überblick zum Drogenkonsum in Deutschland vermitteln der Drogen- und Suchtbericht des Bundesministeriums für Gesundheit von Mai 2013 (Dyckmans, 2013), das Epidemiologische Suchtsurvey (ESA) von 2012 (Kraus et al., 2014), sowie der Bundeslagebericht zur Rauschgiftkriminalität 2012 des Bundeskriminalamts. Als weitere wichtige Quelle erwies sich der Europäische Drogenbericht 2013 der Europäischen Beobachtungsstelle für Drogen und Drogensucht (EMCDDA).

Letzterer zeigte, dass 85 Millionen Europäer in ihrem Leben bereits illegale Drogen konsumiert haben, das entspricht 25 % aller Europäer. Dabei liegt die Lebenszeitprävalenz beim Konsum von Cannabis mit 77 Mio. Konsumenten mit Abstand am höchsten (Guolao und Götz, 2013). Auch in Deutschland ist Cannabis die am häufigsten konsumierte illegale Droge. Jeder vierte Deutsche im Alter zwischen 18 und 64 Jahren hat bereits Erfahrungen mit diesem Rauschgift (Kraus et al., 2014), wobei die Zahl der regelmäßigen Konsumenten deutlich niedriger ist. Laut dem „Epidemiologischen Suchtsurvey“ (ESA) von 2012 konsumierten etwa 2,4 % der Erwachsenen in den vergangenen 30 Tagen vor Durchführung der Befragung Cannabisprodukte (Kraus et al., 2014). Die Vorherrschaft von Cannabis unter den illegalen Substanzen in Deutschland spiegelt sich auch in Zahlen des Bundeskriminalamts wieder. Demzufolge betrafen 55,2 % aller Rauschgiftdelikte im Jahr 2012 den Konsum von Cannabis, 14,7 % den Konsum von Amphetaminen, 11,7 % den Konsum von Heroin und 7,6 % den Konsum von Kokain (BKA, 2013).

In vielen europäischen Ländern sind Amphetamine die zweite meist konsumierte illegale Substanz. Die Lebenszeit Prävalenz liegt hier bei 12,5 Mio. Konsumenten (Guolao und Götz, 2013).

Sowohl der Konsum als auch die Verfügbarkeit von Heroin war in den letzten Jahren rückläufig (Guolao und Götz, 2013). So gab das Bundeskriminalamt in seinem Bundeslagebericht zur Rauschgiftkriminalität an, dass im Jahr 2012 mit 3806 Handelsdelikten mit Heroin 24 % weniger Fälle registriert wurden, als noch im Vorjahr.

Insgesamt sank auch die Zahl der drogenbedingten Todesfälle im Jahr 2012 auf 944 Personen und damit auf den niedrigsten Stand seit 1988. Hiervon waren bei 616 Todesfällen Opiate monovalent oder in Kombination mit anderen Substanzen ursächlich (BKA, 2013). Diese Beträge zeigen zwar einen positiven Trend in der Gesamtzahl der Drogentoten, unterstreichen jedoch die besondere Gefahr für den Konsumenten, die von Opiaten ausgehen.

Mit Besorgnis wird nicht nur im Drogenbericht des Bundesministeriums für Gesundheit registriert, dass zunehmend auch neue psychoaktive Substanzen auf den Markt kommen, deren chemische Substanz dann nicht mehr dem BtMG unterliegt und die dann beispielsweise als „Kräutermischungen“, „Lufterfrischer“ oder „Badesalze“ angeboten werden, ohne dass wirkliche Inhaltsstoffe benannt sind (BKA, 2013). Während in den Jahren 2005 bis 2011 bereits 164 neue Substanzen auf dem Markt entdeckt wurden, stieg die Zahl allein im Jahr 2012 auf alarmierende 74 erstmalig entdeckte Substanzen (Dyckmans, 2013).

Ein besonderes Problem stellt der Drogenkonsum unter den Teilnehmern im Straßenverkehr dar, da die Konsumenten hier nicht nur sich selbst, sondern auch andere Verkehrsteilnehmer gefährden. Im Jahr 2012 verunglückten 1.978 Menschen in Deutschland auf Grund von Drogenkonsum im Straßenverkehr (Bundesamt, 2013). 80% der Drogenkonsumenten gaben laut der ROSITA 2 Studie an, nach dem Gebrauch illegaler Substanzen am Straßenverkehr teilgenommen zu haben. (Verstraete und Raes, 2006)

In der DRUID-Studie der Europäischen Union wurden Prävalenzen von Fahren unter Einfluss von Drogen in 13 Ländern untersucht. Nach dieser Studie steuern durchschnittlich 3,95 % der Fahrer in Europa unter Einfluss von illegalen Drogen oder psychoaktiven Medikamenten ihre Fahrzeuge (Bernhoft et al., 2011). Es wurde jedoch ebenfalls festgestellt, dass die Prävalenzen in den unterschiedlichen Ländern recht unterschiedlich verteilt waren. So lag die Anzahl der Kraftfahrer unter Einfluss von illegalen Drogen mit 8,2 % in Spanien weit über dem europäischen Durchschnitt. Die meisten Fahrer, die vor Fahrtantritt psychoaktive Medikamente konsumiert hatten,

wurden hingegen in Belgien (2,99 %) und Portugal (2,84 %) ermittelt (Bernhoft et al., 2011).

Die Prävalenzen, der bei Drogenfahrten vorkommenden Substanzen zeigen Parallelen zu den oben genannten Werten. So ist auch hier THC die am häufigsten nachgewiesene Substanz, gefolgt von Kokain, Amphetaminen und Opiaten (Bernhoft et al., 2011). Es zeigte sich, dass die Mehrheit der unter dem Einfluss von illegalen Substanzen stehenden Probanden junge männliche Fahrer waren. Problematisch beim Führen eines Kraftfahrzeugs ist weiterhin der Konsum von Medikamenten, die eine psychotrope Wirkung zeigen. Hierbei wurde festgestellt, dass insbesondere ältere Frauen einen Großteil der Konsumenten stellten. Zwar erscheinen die hier gefundenen durchschnittlichen Häufigkeiten für die überwiegend vorkommenden Benzodiazepine von 0,9 % und Z-Drugs (Zolpidem/ Zopiclon) von 0,12 % noch nicht beunruhigend, jedoch zeigt ein Blick auf den Ländervergleich dass beispielweise in Portugal 2,7 % der Autofahrer Benzodiazepine konsumieren (Bernhoft et al., 2011).

Vorgestellte Daten machen deutlich, wie dringend flächendeckende Kontrollen im Rahmen von allgemeinen Verkehrskontrollen sind. Erste Erfolge zeigten entsprechende gezielte Maßnahmen in Victoria (Australien). Hier wurden im Jahr 2004 Drogenschnelltests eingeführt. 2006 gaben 33,0 % der Konsumenten von illegalen Drogen an, auf Grund der zufälligen Kontrollen nun nicht mehr unter Einfluss von Rauschmitteln am Straßenverkehr teilzunehmen. Ebenfalls sank hier der Anteil der Befragten, die unter Drogeneinfluss fuhren von 45,0 % auf 35,0 % (Verstraete und Raes, 2006).

1.3 Pharmakokinetik und Pharmakodynamik wesentlicher Drogen und ihr Einfluss auf das Fahrverhalten

Um den Gehalt von Rauschmitteln im menschlichen Organismus mit möglichst sicheren Methoden nachzuweisen und richtig zu interpretieren, ist es zunächst notwendig die grundsätzliche Pharmakodynamik und Pharmakokinetik, welche die einzelnen Substanzen im menschlichen Körper durchlaufen, im Wesentlichen zu verstehen,.

Hierbei fasst **Pharmakodynamik** die Auswirkungen von Pharmaka auf den Organismus und ihr Wirkungsmechanismen zusammen, wobei die meisten Wirkungen rezeptorvermittelt sind (Starke, 2009).

Die **Pharmakokinetik** hingegen beschäftigt sich mit der Kinetik von Freisetzung, Resorption, Verteilung, Metabolisierung und Ausscheidung von Pharmaka oder anderen Stoffen (Burgis, 2008).

Nachfolgend werden diese Vorgänge für die bedeutendsten Drogen erläutert.

1.3.1 Cannabis

Der aus dem weiblichen Hanfgewächs (*Cannabis Sativa*) gewonnene psychoaktive Wirkstoff Cannabis (Delta-9-Tetrahydrocannabinol, Abk.: THC), kann sowohl als Haschisch (Extrakt aus dem Harz der Cannabispflanze) als auch als Marihuana (überwiegend aus getrockneten kleineren Pflanzenteilen hergestellt) konsumiert werden.

Häufigste Konsumform von THC ist das Rauchen von Joints. Alternativ kann es aber auch in Wasserpfeifen oder Bongs geraucht bzw. in Keksen verbacken werden. Der Wirkstoff des Cannabis, Delta-9-Tetrahydrocannabinol (THC), induziert vor allem ein Gefühl der Entspannung bis zur Apathie, milde Euphorie und Abmilderung der Alltagsprobleme (Dekant, 2005). Im Straßenverkehr fallen Konsumenten von Cannabisprodukten vor allem durch Sedierung, starke Müdigkeit, Störung der Motorik, wechselnde Fahrtgeschwindigkeiten und nicht adäquate Reaktion auf Wahrnehmung am Rande des Blickfeldes auf (Himmelreich, 2006). Reaktionsvermögen und Konzentration sind stark beeinträchtigt, die Abschätzung von Entfernungen sowie eine objektive Beurteilung kritischer Situationen sind nicht mehr gegeben (ADAC, 2012).

Nach der Inhalation von Cannabis wird der Wirkstoff innerhalb weniger Minuten im Blut angeschwemmt und erreicht so zunächst besonders gut durchblutete Organe, wie z.B. das Gehirn. Als lipophile Substanzen passieren THC und sein Abbauprodukt 11-OH-THC rasch die Blut-Hirn-Schranke, wo sie über den Cannabinoid-Rezeptor 1 (CB1) ihre

psychogene Wirkung aufbauen können. Nach 15-20 Minuten ist die höchste THC-Konzentration im Blut erreicht. Bei Oraler Aufnahme verzögert sich der Wirkeintritt auf 2-3 Stunden (Madea und Dettmeyer, 2007).

Bereits nach wenigen Minuten beginnt die Verstoffwechslung des THC zum ebenfalls psychotrop wirkenden 11-Hydroxy-delta-9-Tetrahydrocannabinol (11-OH-THC). Sowohl THC als auch 11-OH-THC können nach einmaligem Konsum 4-6 Stunden im Serum nachgewiesen werden. Bei hohen Dosen und regelmäßigem Konsum von Cannabis ist der Nachweis gelegentlich auch länger als 24 Stunden möglich. (Madea und Dettmeyer, 2007). Im weiteren Verlauf erfolgt die Umwandlung zu 11-Nor- Δ -9-Tetrahydrocannabinol-9-Carbonsäure (THC-COOH). Dieses wird in freier Form und insbesondere als Glucuronid im Urin ausgeschieden. Es ist hier bei einmaligem Konsum noch nach 2-3 Tagen nachweisbar, bei Dauerkonsumenten kann es noch bis zu 6 Wochen im Urin ausgeschieden werden (Madea und Dettmeyer, 2007).

1.3.2 Amphetamine, Metamphetamine und Ecstasy

Amphetamine und Metamphetamine umfassen eine große Anzahl verschiedener Substanzen, bei denen es sich insgesamt um Derivate des Phenylethylamins handelt (Felgenhauer und Zilker, 1999). Sie werden in der Regel als weißliches Pulver intranasal oder in Tablettenform oral konsumiert.

Im Vergleich zum Amphetamin hat das Metamphetamin einen wohl doppelt so großen zentral stimulierenden Effekt und besitzt daher ein ebenfalls verdoppeltes Missbrauchspotenzial (Musshoff und Madea, 2006). Seit Beginn der 1980-er Jahre finden die sogenannten halluzinogenen Amphetamine in den USA und in Europa immer größere Verbreitung, wobei insbesondere dem 3,4-Methylenedioxyamphetamin (Schwartz und Miller, 1997), als Wirkstoff von sogenanntem „Ecstasy“, eine besondere Bedeutung zukommt. Zu dieser Gruppe gehören u.a. auch 3,4-Methylenedioxyamphetamin (MDA) und 3,4-Methylenedioxyethylamphetamin (MDEA) (Wille et al., 2010). Amphetamin und Metamphetamin gehören zur Gruppe der Sympathomimetika und wirken indirekt dopa-

minerg und noradrenerg durch eine gesteigerte Freisetzung bzw. eine Reuptake-Hemmung von Dopamin und Noradrenalin. Sie zeigen damit einen stimulierenden Effekt auf das Zentralnervensystem und das Herz-Kreislaufsystem. Dadurch werden Gefühle wie Müdigkeit und Abgespanntheit gehemmt, sowie die Konzentration und Leistungsfähigkeit gesteigert. Zusätzlich wird ein leicht euphorisierender Effekt beschrieben. Im Straßenverkehr fallen die Konsumenten durch Selbstüberschätzung und eine enthemmte und risikobereite Fahrweise auf (Madea et al., 2012).

Nach dem Rausch folgt jedoch eine Phase der vollkommenden Erschöpfung, die sich in langsamen oder wechselnden Fahrgeschwindigkeiten, sowie Schwierigkeiten beim Spurhalten äußern kann (Madea et al., 2012).

Trotz seiner strukturellen Ähnlichkeit, unterscheiden sich Ecstasy und seine Derivate deutlich in Wirkmechanismus und Wirkung von den anderen Amphetamin-Derivaten.

Sie werden neben ihrer stimulierenden Wirkung auch über stark halluzinogene Effekte charakterisiert. Sie führen zur erhöhten Kommunikationsbereitschaft, gesteigertem Selbstbewusstsein, Euphorie und Wahrnehmungsveränderungen (Marquardt, 2004). Dieses äußert sich ebenfalls in einer riskanten Fahrweise.

Nach der oralen Aufnahme werden Amphetamine nahezu vollständig resorbiert (Marquardt, 2004). Die maximale Plasmakonzentration ist nach 1-2 Stunden erreicht. Im Blut werden nur ca. 20 % an Proteine gebunden, was sich positiv auf einen Nachweis im Speichel auswirkt. Metamphetamin wird im Körper durch den Enzymkomplex Cytochrom-P450 zu Amphetamin demethyliert. Etwa 35 % des Amphetamins wird unverändert über die Niere eliminiert, der Großteil hingegen wird als Glucuronid ausgeschieden (Schmidthausen, 2011).

Wirkeintritt und Wirkdauer der halluzinogenen Amphetamine schwanken bei den unterschiedlichen Präparaten. So tritt die Wirkung von MDMA nach ca. 20-60 min ein und hält für ca. 4-6 Stunden an, während bei MDEA die Wirkung schneller eintritt und bis zu 12 Stunden anhält (Marquardt, 2004). Teilweise wird 3,4-Methylenedioxyamphetamin (MDMA) zu Methylenedioxyamphetamin (MDA) metabo-

liert, 65 % werden jedoch unverändert über die Niere ausgeschieden (Schwartz und Miller, 1997). Dieses ermöglicht die gezielte Testung auf MDMA im Urin.

1.3.3 Kokain

Bereits 2.500 Jahre v. Chr. wurden die Blätter der Kokapflanze vor allem in Peru und Bolivien im Rahmen von kultischen Handlungen als Rauschmittel verwendet. In den 50-ziger Jahren des 19. Jahrhunderts wurden aktive Alkaloide des Kokastrauchs erstmals chemisch isoliert und sind seitdem unter dem Namen Kokain bekannt (Pain, 2005). Zumeist wird die zentral stimulierende Substanz nasal oder i.V. appliziert. Ferner besteht die Möglichkeit Kokain in Form von Crack zu rauchen.

Kokain gehört, ebenso wie die Amphetamine, zu den Stimulanzien. Es wirkt sowohl im zentralen als auch im peripheren Nervensystem, wo es im Synaptischen Spalt die Wiederaufnahme (Reuptake) von Noradrenalin, Dopamin und Serotonin verhindert (Haasen et al., 2002). Der Konsument erfährt so eine Stimmungsaufhellung, die durch den gesteigerten Noradrenalin- und Dopaminspiegel erklärt wird. Zudem kann eine Euphorie auf den erhöhten Serotoninspiegel zurückgeführt werden. Einher geht dies mit dem Gefühl berausender Stärke, Glücks- und einem übersteigerten Selbstwertgefühl (Musshoff und Madea, 2012). Jedoch folgt dem „High-Gefühl“ besonders nach i.V. Aufnahme und Crack-Konsum eine auch depressive Phase. Die subjektiv empfundene Leistungssteigerung steht im Gegensatz zu objektiv feststellbaren Leistungseinbußen mit Unruhe, Fahrigkeit, mangelnder zielgerichteter Aufmerksamkeit und Nervosität. Häufig festzustellen ist eine gewisse Reizbarkeit und Aggressivität, eine nachlassende Konzentrationsfähigkeit bei Ideenflucht sowie verminderte Aufmerksamkeit. So fallen die Fahrer im Straßenverkehr mit einer aggressiven Fahrweise mit unangepasst hoher Geschwindigkeit und riskanten Überholmanövern auf (Madea und Dettmeyer, 2007).

Der Abbau von Kokain erfolgt durch Plasma- und Leber-Pseudocholinesterase in wasserlösliche Metabolite, die über die Nieren ausgeschieden werden. Als Zwischenprodukt entsteht hierbei der aktive Metabolit Norkokain, dessen kokainähnliche Wirkung ist für den Langzeiteffekt verantwortlich (Beck und Vagts, 2007). Im Blut ist Kokain ca. 2-8

Stunden nachweisbar, Crack hingegen nur 20-60 Minuten. Die Abbauprodukte Benzoylcegonin und Ecgoninmethylester sind im Urin bis zu 48 Stunden vorhanden (Madea und Dettmeyer, 2007).

1.3.4 Opiate

Opiate sind Alkaloide des Opiums und werden aus dem getrockneten Milchsaft des Schlafmohns gesammelt.

Unter den Opiaten unterscheidet man 4 Klassen:

- a.) Endogene Opioid Peptide → z.B. Endorphine
- b.) Opium-Alkaloide → z.B. Morphine, Codein
- c.) Halbsynthetische Opiate → z.B. Heroin
- d.) Vollsynthetische Opiate → z.B. Methadon

Charakterisiert werden die Opiate durch ihre analgetische und euphorisierende Wirkung. Während Morphin und Codein vor allem als Analgetika in der Medizin zum Einsatz kommen, wird das Heroin in erster Linie als Rauschmittel missbraucht.

Opiate können intravenös, subkutan, intramuskulär aber auch in inhalativer Form konsumiert werden. Bei der missbräuchlichen Aufnahme ist die intravenöse Form wohl die gebräuchlichste (Madea und Dettmeyer, 2007).

Durch die Bindung an die Opioidrezeptoren μ , δ , κ werden von allen Opioiden ähnliche Wirkungen vermittelt, die sich lediglich in ihrer Ausprägung unterscheiden. Die Opioidrezeptoren sind Membranrezeptoren, die an hemmende G-Proteine gekoppelt sind und die Wirkung der Opiode vermitteln (Herdegen, 2008). Beispielsweise steht beim Heroin durch die schnelle Anflutung die euphorisierende Wirkung im Vordergrund, während Morphin vor allem analgesierend wirkt.

Im Straßenverkehr sind in erster Linie der zentral dämpfende Effekt sowie die Sedierung ausschlaggebend für eine Beeinträchtigung der Fahrsicherheit. So fallen Fahrer nach dem Konsum von Heroin durch eine allgemeine psychomotorische Verlangsamung bis hin zur Apathie auf, die sich oftmals durch unstetes Verhalten und das Fahren von Schlangenlinien äußern (Madea und Dettmeyer, 2007). Durch seinen lipophilen Charakter überschreitet der Wirkstoff innerhalb von Sekunden die Bluthirnschranke. Diese schnelle Anflutung im ZNS bewirkt den „Kick“, der das Abhängigkeitspotenzial des Heroins besonders verstärkt (Niebergall, 2007). Im Blut und im Gehirn wird Heroin in wenigen Minuten zu 6-Monoacetylmorphin (6-MAM) abgebaut. Das 6-MAM vermittelt ebenfalls eine Wirkung an den Opioidrezeptoren. Im weiteren Verlauf erfolgt der Abbau zu Morphin. Durch die Hydrophilie des Morphins kommt es zu einer längeren Verweildauer im Gehirn, so dass die Wirkung verlängert wird. Mit einer Halbwertszeit (HWZ) von 2,5 - 3 Stunden ist Morphin im Serum nachweisbar, bevor es hauptsächlich als Glucuronid im Urin ausgeschieden wird (Pain, 2005).

1.3.5 Benzodiazepine

Benzodiazepine gehören in den Kreis der Tranquilizer. Produkte, wie Midazolam oder Lorazepam, zur Beruhigung und Sedierung von Patienten, sind heute kaum mehr aus dem Krankenhausalltag wegzudenken. Jedoch werden sie auch häufig als Selbstmedikation zur Linderung subjektiv als unangenehm empfundener Spannungszustände eingesetzt (Madea et al., 2012).

Die einzelnen Benzodiazepine unterscheiden sich nur relativ in ihrem Wirkprofil und ihren Nebenwirkungen, da sie alle an die gleiche Domäne binden. Entscheidend ist die individuelle Pharmakokinetik (Herdegen, 2008). Benzodiazepine zeichnen sich durch einen allgemein beruhigenden und dämpfenden Effekt aus. Sie vermitteln ihre Wirkung über den GABA A Rezeptor. Dieser weist mehrere Untereinheiten auf. Je nachdem an welche Untereinheit das Benzodiazepin bindet, wird eine entsprechende Wirkung vermittelt:

$\alpha 1$ → Sedierung

$\alpha 2$ und $\alpha 3$ → Anxiolyse und Muskelrelaxierung

Therapeutisch werden Benzodiazepine vor allem auf Grund seiner anxiolytischen, anti-convulsiven, muskelrelaxierenden, sedativen, amnestischen und leicht stimmungsaufhellenden Eigenschaften genutzt. Fahrer die unter dem Einfluss von Benzodiazepinen stehen, fallen durch eine allgemeine Verlangsamung auf, die sich auch durch motorische Ausfälle bemerkbar macht (Penning, 2007). So konnte in einer amerikanischen Studie gezeigt werden, dass Fahrer noch 10-11 Stunden nach dem Konsum im Vergleich zu einer Placebo-Gruppe deutlich von der Fahrspur abweichen (Verster und Mets, 2009).

Nach peroraler Zufuhr von Benzodiazepinen erfolgt in der Regel eine schnelle Aufnahme, die bedingt, dass sich die höchste Plasmakonzentration nach etwa 2 Stunden bestimmen lässt. Da hierbei bis zu 80 % an Proteine gebunden werden, kann dieses ein Nachteil für einen Nachweis im Speichel sein. Die Wirksubstanzen werden dann in der Leber metabolisiert und schließlich glucuronidiert über die Niere ausgeschieden (Graefe et al., 2011).

Nach der Geschwindigkeit der Metabolisierung unterscheidet man 3 Gruppen von Benzodiazepinen:

1. Kurz wirksame Benzodiazepine, wie z.B.: Midazolam (Dormicum[®]), besitzen eine HWZ von 1-5 Stunden.
2. Mittellang wirksam Benzodiazepine, wie z.B.: Lorazepam (Tavor[®]), mit einer HWZ von 5-10 Stunden.
3. lang wirksame Benzodiazepine, wie z.B.: Diazepam (Valium[®]), besitzen eine HWZ von 10-20 Stunden (Musshoff und Madea, 2006).

1.4 Nachweis von Drogen im menschlichen Körper

Der Nachweis von Drogen im menschlichen Körper kann auf Basis unterschiedlicher Medien erfolgen, wie zum Beispiel: Blut, Speichel, Urin, Haare und Schweiß. Hierbei ist zu beachten, dass der Drogenkonsum in jedem Medium eine andere Nachweiszeit besitzt (s. Abb. 1). Dies wirkt sich auch auf die Aussagekraft der unterschiedlichen Drogentests aus.

Eine Aussage über die akute Beeinflussung einer Person durch Rauschmittel erhält man am ehesten durch eine Analyse der Matrix Blut. Aber auch im Speichel ist ein Nachweis bereits kurze Zeit nach dem Konsum möglich, und hält nicht lange über die Wirkungs-
dauer hinaus an. In Urin und Schweiß ist die Einnahme illegaler Substanzen noch Tage bis teilweise Wochen nach dem eigentlichen Konsum nachzuvollziehen. Für den Nachweis von Drogenkonsum, der bereits einige Wochen zurück liegt, eignen sich besonders Proben von Haaren und Nägeln. Da davon ausgegangen wird, dass ein einmaliger Rauschmittelkonsum noch nicht in solchen Tests nachgewiesen werden können, finden diese eher bei Langzeitkontrollen von Drogenabhängigen Bedeutung und spielen bei der allgemeinen Verkehrskontrolle lediglich eine untergeordnete Rolle (Dejure, 2014).

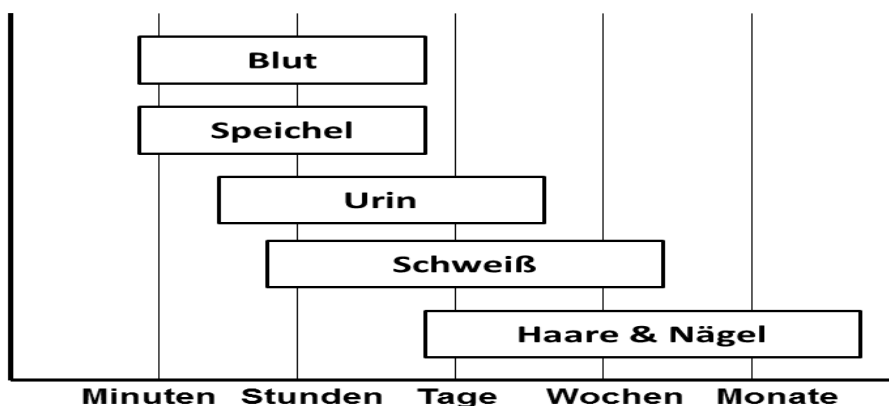


Abbildung 1: Latenzphasen von Drogen in den unterschiedlichen Medien im menschlichen Körper (eigene Darstellung, nach Madea und Dettmeyer (2007))

1.4.1 Blut / Serum

Im Vergleich mit anderen Medien ergibt der Wirkstoffgehalt des Serums den sichersten und genauesten Hinweis auf die Existenz illegaler Substanzen und somit auf eine mögliche akute Beeinträchtigung von Drogenkonsumenten. In dieser Matrix steigt die Substanzkonzentration direkt nach der Aufnahme in Abhängigkeit von der Applikationsform mehr oder weniger rasch an. Sie verteilt sich in der Regel gleichmäßig in alle Körperorgane und nimmt dann entsprechend der Eliminationseigenschaften der Substanz konzentrationsabhängig wieder ab (Madea et al., 2012). Da die Entnahme einer Blutprobe jedoch als invasiv gilt, kann sich die Asservierung in der Praxis als problematisch gestalten und muss im Einklang mit §81 a Abs. 1 StPO geschehen.

- (1) Eine körperliche Untersuchung des Beschuldigten darf zur Feststellung von Tatsachen angeordnet werden, die für das Verfahren von Bedeutung sind. Zu diesem Zweck sind Entnahmen von Blutproben und andere körperliche Eingriffe, die von einem Arzt nach den Regeln der ärztlichen Kunst zu Untersuchungszwecken vorgenommen werden, ohne Einwilligung des Beschuldigten zulässig, wenn kein Nachteil für seine Gesundheit zu befürchten ist.

- (2) Die Anordnung steht dem Richter, bei Gefährdung des Untersuchungserfolges durch Verzögerung auch der Staatsanwaltschaft und ihren Ermittlungspersonen (§ 152 des Gerichtsverfassungsgesetzes) zu.

Trotz erschwerter Abnahmebedingungen haben Blut- bzw. Serum-Untersuchungen deutliche Vorteile. Sie bieten die höchste und präziseste Aktualität an analytischer Aussage, sofern die Blutentnahme in zeitlicher Nähe zum rechtserheblichen Ereignis (z.B. Drogenfahrt) entnommen wurde. Die exakt festgestellte Konzentration eines Fremdstoffes im Blut oder Serum reflektiert dabei den Grad an toxischer Beeinflussung zum Tatzeitpunkt genauer als jedes andere Medium. Zudem sind ggf. Aussagen über die aufgenommene Dosis sowie dem Aufnahmezeitpunkt möglich (Madea et al., 2012).

1.4.2 Speichel

Als Untersuchungsmaterial vor Ort weist Speichel im Vergleich zu Urin bzw. zu Blut, Plasma und Serum erhebliche technische Vorteile in der Probenentnahme auf. Die Entnahme kann sehr einfach und aufgrund dieses nicht invasiven Vorgangs auch in Abwesenheit von medizinischem Personal und ohne gravierenden Eingriff in die Privatsphäre des Untersuchten erfolgen. Die Untersuchung basiert auf der Tatsache, dass der Speichel ein Ultrafiltrat des Blutes ist, und dass somit im Speichel gemessene Werte eine relativ genaue Aussage zu einem gegebenen Drogenkonsum machen lassen. Aus diversen medizinischen Untersuchungen ist jedoch bekannt, dass der Drogengehalt im Speichel aufgrund der komplexen Physiologie der Speichelbildung und des Speicheltransfers nur bedingt ein Spiegelbild des Blutgehalts darstellt (Triebig, 2012). So erfolgt eine substanzabhängige Diffusion durch die Membran der entsprechenden Speicheldrüsen, die zudem von weiteren Faktoren, wie dem interstitiellen Raum, der Speichelaktivität, der Lipophilie der Stoffe, dem pH-Wert und der Bindung an Proteine beeinflusst wird. Zudem haben Faktoren wie Molekulargewicht, Molekülgröße, deren räumliche Konfiguration und Ionisationsgrad erheblichen Einfluss auf den Diffusionskoeffizienten (Dierich, 2007).

Somit ist die Annahme, Speichel als einfaches Filtrat von Blutplasma zu betrachten, für Drogentests nicht ohne weiteres haltbar. Bei einzelnen Wirkstoffen ergaben sich in Untersuchungen jedoch weitaus engere Korrelationen zwischen Blut und Speichel als beispielsweise zwischen Blut und Urin (Pain, 2005). Amphetamine etwa haben stark lipophile Eigenschaften und sind im Blut kaum an Proteine gebunden. Ihre Konzentration korreliert im Speichel stark mit der des Blutes. THC und Benzodiazepine hingegen, die im Blut hochgradig an Proteine gebunden sind, sind entsprechend nur in geringerer Konzentration im Speichel zu finden (Madea und Dettmeyer, 2007).

1.4.3 Urin

Im Urin nachweisbar sind in erster Linie hydrophile Substanzen bzw. solche, die im Blut kaum an Proteine gebunden vorkommen. Denn ähnlich dem Speichel, können nur Stoff-

fe mit gewissen Charakteristika, über die Basalmembran der Niere, der sogenannten Blut-Harn-Schranke gefiltert werden. Einige Drogen sind demzufolge nur über ihre Metaboliten im Urin nachweisbar. Die Nachweisbarkeitsdauer von Drogen im Urin ist länger als deren Nachweisdauer im Blut, so dass der Nachweis illegaler Substanzen im Urin zwar einen Konsum beweist, jedoch keine Aussage über die Beeinträchtigungsgrad des Fahrers getroffen werden kann (Madea und Dettmeyer, 2007). Dementsprechend kommt es vor, dass Substanzen im Urin nachgewiesen werden, deren Konsum bereits einige Tage zurückliegt. Des Weiteren ist die Drogenkonzentration im Urin neben der eigentlichen Dosis auch von der Frequenz des Konsums und der Harnblasenentleerung abhängig (Madea et al., 2012).

Da Urin häufig in großen Mengen gewonnen wird, eignet sich diese Matrix für sogenannte „General-Unknow“-Analysen. Bei solchen Untersuchungen kann zunächst auf eine Vielzahl von Substanzen getestet werden, um herauszufinden, welche Droge konsumiert wurde. In einem zweiten Schritt kann dann anhand einer „Target“-Analyse eine Aussage über die Konzentration der entsprechenden Substanz im Blut und somit über eine etwaige Beeinflussung des Verkehrsteilnehmers getroffen werden (Madea und Dettmeyer, 2007).

1.5 Analysemethoden

Zum Nachweis eines Drogenkonsums kommen unterschiedliche hochsensible Analyseverfahren zum Einsatz. Die in Straßenverkehrskontrollen in Analogie zum Atemalkoholvortest verwendeten Drogenschnelltests dienen zunächst einmal zur Erhärtung eines Anfangsverdachts (Madea et al., 2012). D.h. sie werden als Suchtest auf Drogen in der entsprechenden Matrix verwendet und beantworten dabei die Frage: Hat der Proband Drogen konsumiert mit ja oder nein. Die Schnelltests beruhen zumeist auf Immunoassays, wie zum Beispiel dem Enzymimmunoassay (EIA) oder dem Radioimmunoassay (Nieddu et al., 2013). Hierbei reagieren nach einem Schlüssel-Schloss-Prinzip spezifische Antikörper mit dem nachzuweisenden Antigen. Diese Reaktion ist an eine Enzymreaktion gekoppelt, die bei Umsatz eines Substrates während der Antigen-Antikörper-

Reaktion zum Beispiel eine messbare Farbumwandlung in Gang setzt (Schmidthausen, 2011). Im Verlauf der Schnelltests kann es jedoch sowohl zu falsch-positiven bzw. zu falsch-negativen Reaktionen kommen. Falsch positive Reaktionen basieren dabei häufig auf Kreuzreaktivitäten gewisser Stoffe. So führt beispielsweise das Antitussivum Codein zu einem positiven Morphin Befund (Madea und Dettmeyer, 2007). Ursache für ein falsch-negatives Ergebnis kann ein zu niedriger Cut-Off-Wert sein. Neben den sogenannten onsite-Testen für die Straße existieren auch höher entwickelte, instrumentell betriebene Immunoassays für den Laborbetrieb, die dort aber ebenfalls nur Vortestcharakter haben. Die Ergebnisse der Immunoassays dienen in der forensischen Toxikologie grundsätzlich lediglich als Vortest und können nicht zu beweissicheren Befunden führen (Madea et al., 2012).

Zu der exakten Feststellung von Drogenkonzentrationen, und damit zu einem rechtskräftigen Beweismittel, führt die sogenannte „Target“-Analyse (Madea und Dettmeyer, 2007). Diese erfolgt in der Regel über die Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) oder Flüssigchromatographie-Massenspektrometrie (LC-MS) (Concheiro et al., 2007). Die verwendete Matrix wird hierbei chromatographisch in ihre Bestandteile aufgetrennt. In einem zweiten Schritt werden die Konzentrationen der gesuchten Stoffe mit Hilfe der Massenspektrometrie genau bestimmt. Auf diese Weise wird eine präzise Aussage über den Drogengehalt z.B. im Serum erreicht und eine weitere Verfolgung der Ordnungswidrigkeit bzw. Straftat möglich.

2. Material und Methoden

2.1 Datenbasis

Die Grundlage für die vorliegende Arbeit bilden Daten, die von der Polizei in einigen Regionen von Nordrhein-Westfalen von Januar bis November 2011 im Rahmen von Verkehrskontrollen erhoben wurden. Insgesamt handelte es sich um 1.212 Speichelproben, die im Verlauf des Kontroll-Procedere mit den 3 Schnelltestverfahren Dräger DrugTest® 5000, Mavand Rapid STAT® und Securetec DrugWipe® entnommen wurden. Ein Großteil der Speichelproben (615) wurde dann mit Hilfe eines Bluttests gegengeprüft. Zudem wurden die bisher routinemäßig eingesetzten Urintests (Nal von Minden) unter ähnlichen Bedingungen getestet und auch hier wurden Bluttests zum Vergleich herangezogen. Einige Proben wurden sowohl mittels der beiden Drogenvortestmedien Speichel und Urin als auch durch Plasma verifiziert. In Tabelle 2 ist die gesamte Datenbasis zusammengefasst.

Probenanzahl	Dräger DrugTest® 5000	Mavand Rapid STAT®	Securetec Drug Wipe®	Nal von Minden Drug-Screen® Urin-
Insgesamt durchgeführt Vortests	530	234	47	619
Vortests + Bluttests	404	177	34	473
Speicheltests + Bluttests + Urintests	158	65	10	239

Tabelle 2: Übersicht über die Anzahl, der mit den einzelnen Tests durchgeführten Kontrollen. (Auf Grund unterschiedlicher Test-Kombination, entspricht die Summe der Zeilen 2-3 nicht der Gesamtzahl in Zeile 1.)

Die aufgeführten 3 Speicheltestverfahren kamen bei den Polizeikontrollen in NRW in unterschiedlichem Umfang zum Einsatz. Der Dräger DrugTest® 5000 wurde in den 11 Testmonaten insgesamt 530 mal verwendet, während der Speicheltest RapidSTAT der

Firma Mavand hingegen 234 mal zum Einsatz kam. Das Unternehmen Securetec entwickelte seinen Drogenschnelltest in kurzer Zeit mehrfach weiter, so dass in den Kontrollen der DrugWipe 5 (n=14), DrugWipe 5+ (n=23) und DrugWipe 5+ neu (n=10) verwendet wurden. Diese drei weiterhin sehr ähnlichen Securetec-Schnelltests wurden unter dem Namen DrugWipe zusammengefasst. Vergleichsweise umfangreich ist mit 619 auch die Anzahl der durchgeführten Urintests.

Die Beamten waren aufgefordert, die Ergebnisse der Tests in einer Excel-Tabelle festzuhalten. So ist ersichtlich, welcher Proband welchen Test durchlaufen hat und welche Drogen-Nachweise positiv bzw. negativ waren. Diese Daten wurden anschließend statistisch ausgewertet (s. 2.3).

2.2 Eingesetzte Test- und Analyseverfahren

Die in der Studie verwendeten Speicheltests basieren auf dem Grundprinzip des in Kapitel 1.5 geschilderten antikörperbasierten Nachweisverfahrens (Enzymimmunoassay, EIA). Wesentliche Kenngrößen sind beim Vergleich der verschiedenen Drogenvortests die jeweils gegebenen Test spezifischen Cut-off Werte. Sie geben an, ab welcher Drogenkonzentration im Speichel bzw. Urin ein Test als positiv eingestuft wird. Einen Überblick über die unterschiedlichen Cut-off Werte gibt Tabelle 3.

	DrugTest® 5000	RapidSTAT®	DrugWipe 5/5+
THC	5	5	30
Opiates	20	10	10
Amphetamine	50	25	50
Metamphetamine	35	25	25
Benzodiazepine	15	25	10
Kokain	20	10	15

Tabelle 3: Cut-Off Werte der drei geprüften Speichel-Testverfahren DrugTest® 5000®, Rapid STAT® und DrugWipe 5/5 +® für die jeweiligen nachzuweisenden Substanzen in ng/ml ((Dräger, 2013), Mavand (2014), (Sercuretec, 2012))

2.2.1 Dräger DrugTest® 5000®

Der Dräger DrugTest® 5000® (Drägerwerk AG & Co. KGaA, Lübeck, Deutschland) dient der Erfassung von THC, Kokain, Opiaten, Amphetaminen, Metamphetaminen und Benzodiazepinen im Speichel. Das Testsystem besteht im Wesentlichen aus zwei Komponenten: dem Dräger DrugTest® 5000 Analysegerät (Analyzer) und einem Test-Kit (s. Abbildung 2). Beim dargestellten Analyzer handelt es sich um ein ca. 10 cm x 15 cm x 20 cm großes Gerät, das batteriebetrieben wird und über ein kleines Farbdisplay für das Ablesen der Ergebnisse verfügt. Die Probenentnahme erfolgt bei der Untersuchungsperson über einen am Test Kit befindlichen Schwamm, der im Mund zwischen Zahnfleisch und Wange gedreht wird. Nach einem Verbleiben von ca. 60 Sekunden färbt sich ein daran befindliches Anzeigefeld blau und zeigt damit eine ausreichende Speichelentnahme an. Nun werden Testkassette (Schwamm) und eine Analysepatrone in die hierfür vorgesehene Öffnung ins Analysegerät geschoben. Die Analyse startet automatisch. Nach ca. 8-9 Minuten wird das Ergebnis auf dem Display des Analysegerätes angezeigt (Schutz, 1999).



Abbildung 2: Dräger DrugTest® 5000, Gerät und Display (Quelle: Dräger (2013))

2.2.2 Mavand Rapid STAT®

Die Firma Mavand bietet einen Drogenvortest mit der Bezeichnung Rapid STAT® (Mavand Solutions, Mössing, Deutschland) an. Mit diesem Testverfahren sind THC, Kokain, Amphetamine, Metamphetamine, Benzodiazepine und Opiate im Speichel nachweisbar. Hierbei handelt es sich um einen dreiteiligen Testkit, bestehend aus einem Testgehäuse mit Testkassette, Probenaufnehmer mit Geruchsfeld und einem Fläschchen mit Pufferlösung (Abbildung 3).

Im Rahmen des Speicheltests wird der Proband zunächst angewiesen, mit dem Probenaufnehmer insgesamt 30 Sekunden lang in den Wangentaschen mit kreisenden Bewegungen den Speichel aufzunehmen. Im nächsten Schritt wird die Probe in der Pufferlösung ausgewaschen. Hierzu wird der Probenaufnehmer mindestens 10 Sekunden in der Pufferlösung hin und her gedreht. Nun werden jeweils 7 Tropfen mit Hilfe eines Tropfdeckels in die Inkubationskammern gegeben. Nachdem der Deckel der Inkubationskammer bis zum ersten Widerstand geschlossen wurde, wird die Testkassette 10

Sekunden lang geschüttelt. Es folgt eine 4-minütige Inkubationszeit, in der die Antikörper eine Reaktion mit den in den Proben enthaltenen Drogen eingehen. Durch den vollständigen Verschluss der Inkubationskammer wird der Drogenschnelltest gestartet, indem die Pufferlösung nun über die beiden Teststreifen läuft. Binnen 8 Minuten sollten alle Linien inklusive der Kontrolllinie erscheinen. Wenn nach 8 Minuten für eine Droge keine Linie erschienen ist, so ist das Ergebnis hierzu positiv. Alles in allem benötigt man ca. 7 Minuten 40 Sekunden für ein negatives und 12 Minuten 40 Sekunden für ein positives Ergebnis (Mavand, 2012).

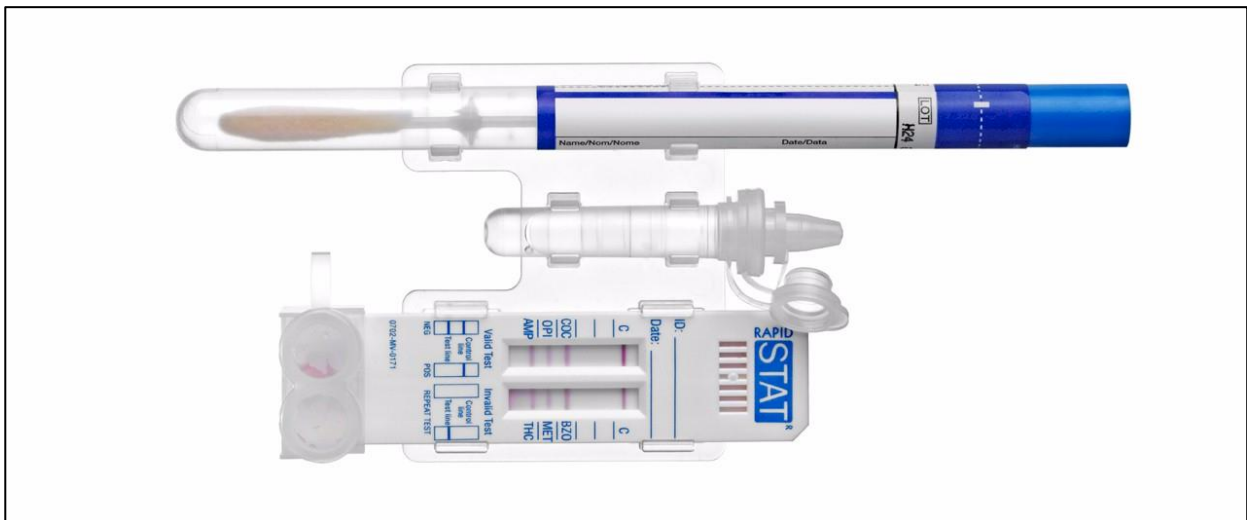


Abbildung 3: Testkit der Firma Mavand: Rapid STAT® (Quelle: www.mavand.de)

2.2.3 Securetec DrugWipe®

Der DrugWipe® 5 der Firma Securetec ermöglicht den Nachweis von THC, Opiaten, Amphetaminen, Metamphetaminen, Kokain, Benzodiazepinen und Methadon im Speichel. Er setzt sich zusammen aus einem blauen Speichelsammler (Wischer) und einer Testkassette mit einer integrierten Flüssigkeitsampulle (**Abbildung 4: Abbildung 4**). Zur Ausführung des Tests wird der Wischer von der Testkassette entfernt, um den Speichel

zu sammeln. Wurde genügend Speichel gesammelt, färbt sich das Wischvliese von rot zu gelb.

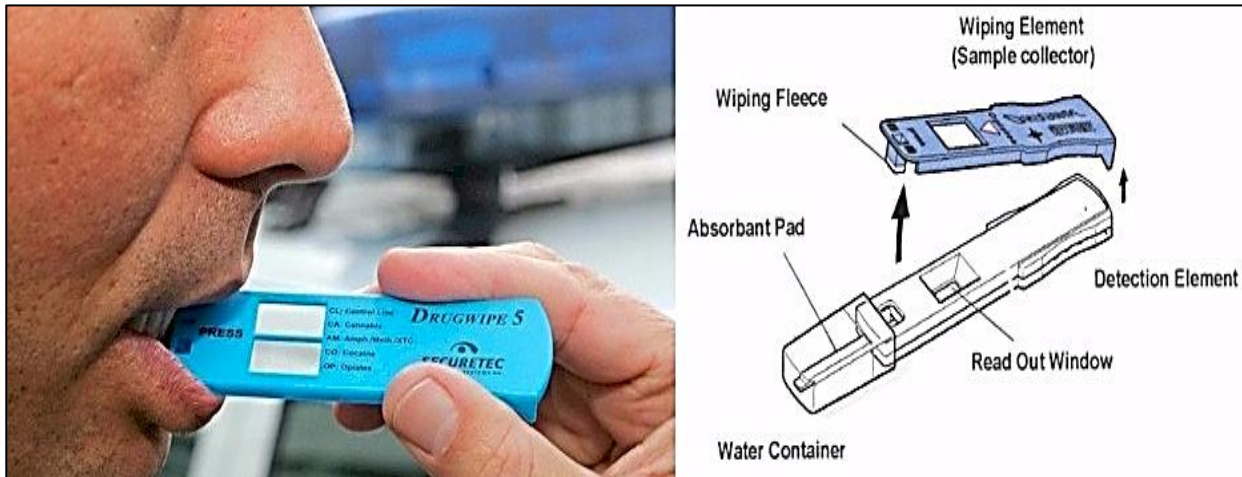


Abbildung 4: Test Securetec DrugWipe® (Quelle: www.detection.network.com)

Anschließend wird der Probennehmer wieder auf der Testkassette befestigt, wodurch der Speichel auf die in der Testkassette enthaltenen Teststreifen übertragen wird. Diese Teststreifen enthalten drogenspezifische, rotgefärbte Antikörper. Das Testkit muss nun vertikal gehalten werden. Durch Druck auf die Ampulle wird diese geöffnet, so dass die Flüssigkeit über die Teststreifen wandert. Nach 15 Sekunden wird der Test wieder in eine horizontale Position gebracht und das Ergebnis kann innerhalb von 6 Minuten abgelesen werden. Die Gültigkeit des Tests ist erst dann gewährleistet, wenn in beiden Feldern die Kontrolllinien rot erscheinen. Ein positives Ergebnis bestätigt mit einer roten Linie den Drogenkonsum des Probanden. Bei negativen Tests hingegen erscheint keine Linie (Securetec, 2012).

2.2.4 Nal von Minden Drug Screen Urintest

Der Nal von Minden Drug-Screen® Multi-5 TK-Test basiert auf dem Medium Urin und ist damit ein Beispiel für bisherige Standardverfahren der Polizei NRW (Schmidhausen, 2011). Mit dem besagten Test ist es möglich, eine erhöhte Drogenkonzentration von

THC, Kokain, Amphetaminen, Metamphetaminen und Opiaten im Urin nachzuweisen. Jedoch ist mit diesem Test kein Nachweis von Benzodiazepinen möglich. Es handelt sich hierbei um einen sogenannten Multi-Tropftest. Zur Ausführung der Tests werden jeweils drei Tropfen der zuvor genommen Urinprobe auf zwei Probenfelder pipettiert und nach 5-10 Minuten ist das Ergebnis ablesbar. Erscheint keine rote Linie, wie sie in der Kontrollleiste sichtbar wird, so ist der Test für diese Droge positiv (Nal von Minden, 2011).



Abbildung 5: NAL von Minden Drug-Screen (Quelle: www.mercateo.com)

2.2.5 Blutprobe

Zur Bestätigung der Drogenvortests werden von den Probanden Blutproben genommen, denn nur die endgültige Drogenkonzentration im Blut gibt eine rechtsgültige Aussage. Die Blutproben bzw. daraus gewonnenes Serum werden standardmäßig mittels GC-MS oder LC-MS ausgewertet. Bei Auswertung der Serumproben werden als cut-off-Werte die von der gemeinsamen Grenzwertkommission der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin (Dt.G.f.RM), der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin und der Gesellschaft für Toxikologie und forensische Chemie (GTfCh) vorgeschlagenen „analytische Grenzwerte“ für den § 24a Abs. 2 StVG verwendet (GTfChf, 2009). Wobei zusätzlich auf Benzodiazepine mit einem Cut-off von 10 ng/ml getestet wird.

2.3 Statistische Grundlagen

Um wissenschaftliche Aussagen über die Wertigkeit von Drogenvortests machen zu können und um unterschiedliche Testmethoden objektiv vergleichen zu können, wurden die Ergebnisparameter Sensitivität, Spezifität, Genauigkeit, Positiv prädiktiver Wert (PPV) und Negativ prädiktiver Wert (NPV) berechnet.

Die Ergebnisse der in der allgemeinen Verkehrskontrolle getätigten Speichel- und Urindrogenschnelltests wurden mit den später auf der Wache entnommenen Blutproben verglichen. Davon ausgehend, dass die Blutprobe den tatsächlichen Drogenkonsum des Probanden widerspiegelt, wird so ermittelt, ob der Test:

- richtig positiv (RP = Vortest und Blutprobe sind beide positiv, stimmen also überein),
- falsch positiv (FP= der Test ist positiv, obwohl er laut Blutprobe negativ sein müsste),
- falsch negativ (FN= der Vortest ist negativ obwohl er laut Blutprobe positiv sein müsste),
- richtig negativ (RN=Vortest und Blutprobe sind beide negativ, stimmen also überein.) ist.

In der Statistik werden entsprechende Ergebnisse in Kontingenztafeln dargestellt, in denen jeweils die absoluten oder relativen Häufigkeiten der entsprechenden Möglichkeiten wiedergegeben sind. Da beide Variablen nur im vorliegenden Fall ergibt sich eine Vierfeldertafel, eine zweidimensionale Kontingenztafel, beide Variablen haben nur zwei Merkmalsausprägungen (Tabelle 4).

Über die in entsprechenden Tabellen dargestellten Ergebnisse mit den absoluten, bzw. relativen Häufigkeiten können nun Sensitivität, Spezifität, Genauigkeit, positiv Prädiktiver Wert (PPV) und negativ Prädiktiver Wert (NPV) ermittelt werden. Diese Werte sind dann die Grundlage für den wissenschaftlichen Vergleich der unterschiedlichen Testarten.

	Blut pos.	Blut neg.	Summe
Vortest Positiv	richtig pos. A	falsch pos. b	a+b
Vortest Negativ	falsch neg. c	richtig neg. d	c+d
Summe	a+c	b+d	a+b+c+d

Tabelle 4: Vierfeldertafel mit Ergebnismöglichkeiten

2.3.1 Sensitivität

Die Sensitivität ist die Empfindlichkeit eines Tests. Sie zeigt den Anteil der positiven Vortests an der Gesamtheit der wirklich positiven Tests (hier: positiver Bluttest).

$$a/a+c = \text{Richtig Pos.} / (\text{RP} + \text{FN})$$

Beispiel: Ein Speicheltest hat eine Sensitivität von 70 %. D.h.: Von 100 Probanden, denen ein Drogenkonsum durch den Bluttest nachgewiesen wurde, waren nur 70 durch den Vortest detektiert.

Steigt die Anzahl der Richtig positiven Ergebnisse im Verhältnis an, so steigt auch die Sensitivität des Tests. Je höher also die Sensitivität, desto genauer ist der Test.

Entsprechend der ROSITA 1 –Studie sollte ein Drogenvortest eine Sensitivität von 95 % zeigen, um als ausreichend anerkannt zu sein (Wille et al., 2010).

2.3.2 Spezifität

Als Spezifität wird der Anteil der durch den Vortest korrekt als negativ klassifizierten Probanden an der Gesamtheit der in Wirklichkeit (durch den Bluttest bestätigt) negativen Probanden bezeichnet.

$$d/b+d = RN / (RN+FP)$$

Beispiel: Ein Urintest hat eine Spezifität von 82 %.

D.h.: Von 100 Probanden, die nachweislich keine Drogen konsumiert haben, wurden 82 auch negativ vorgetestet. Allerdings wurden demnach auch 18 fälschlicherweise als positiv gewertet.

Dieser Wert wäre laut der ROSITA-1 Studie nicht gut genug für einen aussagefähigen Test, da die Spezifität bei mindestens 90 % liegen sollte (Wille et al., 2010). Eine hohe Spezifität ist demnach wichtig, um Fehler in den Kontrollen zu vermeiden.

2.3.3 Genauigkeit (Accuracy)

Die Genauigkeit ist ein Maß für die Übereinstimmung zwischen den Messergebnissen der Vortests und den Ergebnissen der Bluttests. Somit ist die Genauigkeit ein Maß für die Präzision und die Richtigkeit eines Tests.

$$(a+d) / (a +b+c+d) = RP+RN / (RP+FP+FN+RN)$$

Anzahl der Richtig positiven und Richtig negativen / Gesamtanzahl der Tests

Beispiel: Eine Genauigkeit von 87 % besagt, dass von 100 durchgeführten Tests, 87 durch die Blutproben als Richtig bestätigt wurden.

2.3.4 Positiv prädiktiver Wert (PPV)

Mit Hilfe des positiv prädiktiven Werts oder positiven Vorhersagewerts (PPV) kann die Aussagekraft eines Testverfahrens eingeschätzt werden. Er gibt an, wie viele Personen, bei denen durch den Vortest ein Drogenkonsum festgestellt wurde, auch tatsächlich konsumiert haben.

Der PPV wird wie folgt berechnet:

$$\text{PPV} = a/(a+b)$$

PPV = Anzahl der Richtig positiven / (Anzahl der Richtig positiven + Anzahl der Falsch positiven)

Beispiel: Ein PPV von 91 % bedeutet, dass von 100 Probanden mit einem positiven Vortest bei 91 auch im Blut eine Bestätigung des Drogenkonsums zu finden war. Somit wurden 9 % fälschlicherweise als positiv gewertet.

2.3.5 Negativ prädiktiver Wert (NPV)

Entsprechend dem PPV gibt der negative Vorhersagewert (NPV) den Anteil der korrekt als negativ erkannten Ergebnisse an der Gesamtheit der als negativ erkannten Ergebnisse an.

Der negative Vorhersagewert entspricht der geschätzten bedingten Wahrscheinlichkeit

$$\text{NPV} = d/(c+d)$$

NPV = richtig negativ / (falsch negativ + richtig negativ)

Beispiel: Ein NPV von 86 % bedeutet, dass von 100 Probanden, die vom Vortest als negativ erkannt wurden, 86 auch wirklich ein negatives Ergebnis im Bluttest aufweisen. Dies bedeutet gleichzeitig, dass 14 % zwar negativ im Vortest getestet wurden, jedoch einen positiven Bluttest aufweisen.

3. Ergebnisse

Nachfolgend sind die Ergebnisse der eingesetzten Testverfahren aufgeführt und bezüglich der qualitätsentscheidenden Werte, wie Sensitivität, Spezifität und Genauigkeit analysiert und diskutiert. Wie bereits in Kapitel 2.3 erläutert, gibt die „Sensitivität“ hierbei die Rate der richtig Positiven Analyseergebnisse an der Gesamtheit der wirklich positiven Fälle an, während die „Spezifität“ als richtig negativ-Rate definiert ist. Die Genauigkeit beschreibt die Präzision eines Tests. Des Weiteren wurden auch der positive und negative prädiktive Wert (PPV, NPV) ermittelt. Diese Werte geben Auskunft darüber, welcher prozentuale Anteil an den positiven/negativen ausgefallenen Tests auch wirklich positiv bzw. negativ war.

Bei den ersten 3 Testverfahren handelt es sich um die bereits vorgestellten Speicheltests Dräger Drug Test 5000[®]-, Mavand RapidSTAT[®]- und das Securetec DrugWipe[®]-Verfahren. Als Beispiel für Urintests wurde der derzeit bei der Polizei Nordrhein-Westfalen (NRW) übliche Nal von Minden 5 TK-Test[®] herangezogen.

3.1 Dräger DrugTest[®] 5000

Bezogen auf die Grundgesamtheit der durchgeführten Tests umfasst der Dräger Drug-Test[®] 5000 mit 530 Untersuchungen den größten Probenumfang in der Untersuchung. Die beschriebenen Resultate (Tabelle 5, Abbildung 6) wurden aus den in Tabelle 4 aufgeführten Vierfeldertafeln berechnet.

236 der 271 auf THC positiven Probanden wurden bereits durch den Vortest detektiert und sind somit als „richtig positiv“ einzustufen. Von 36 durch die Blutuntersuchungen negativ getesteten Probanden konnten jedoch nur 17 zuvor richtig negativ bestimmt werden. Diese Ergebnisse spiegeln sich in einer hohen Sensitivität von ca. 87,1 % wieder, während die Spezifität bei lediglich 47,2 % lag.

Dräger DrugTest® 5000							
THC				Kokain			
	Blut pos.	Blut neg.	Summe		Blut pos.	Blut neg.	Summe
Dräger pos.	236	19	255	Dräger pos.	16	6	22
Dräger neg.	35	17	52	Dräger neg.	5	17	22
Summe	271	36		Summe	21	23	
Sensitivität	87,1 %			Sensitivität	76,2 %		
Spezifität	47,2%			Spezifität	74,9 %		
Genauigkeit	82,4%			Genauigkeit	75,0 %		
Opiate				Benzodiazepine			
	Blut pos.	Blut neg.	Summe		Blut pos.	Blut neg.	Summe
Dräger pos.	21	2	23	Dräger pos.	2	0	2
Dräger neg.	1	21	22	Dräger neg.	4	16	20
Summe	22	23		Summe	6	16	
Sensitivität	95,5 %			Sensitivität	33,3 %		
Spezifität	91,3 %			Spezifität	100 %		
Genauigkeit	93,3 %			Genauigkeit	82,8 %		
Amphetamine				Metamphetamine			
	Blut pos.	Blut neg.	Summe		Blut pos.	Blut neg.	Summe
Dräger pos.	95	2	97	Dräger pos.	1	1	2
Dräger neg.	18	19	37	Dräger neg.	1	20	21
Summe	113	21		Summe	2	21	
Sensitivität	84,1 %			Sensitivität	50,0 %		
Spezifität	90,5 %			Spezifität	95,2 %		
Genauigkeit	85,1 %			Genauigkeit	91,3 %		

Tabelle 5: Untersuchungsergebnisse mit dem Speicheltest Dräger DrugTest® 5000

Für Opiate wurde ein Großteil der Probanden als richtig positiv (21 von 22 positiven Dräger DrugTest®) bzw. richtig negativ eingestuft (21 von 23 Dräger DrugTest®), so dass sich hier eine Sensitivität von 95,5 % und Spezifität von 91,3 % ergibt.

Auch für Amphetamine zeigt der Dräger DrugTest® 5000 verhältnismäßig verlässliche Werte: Von den 113 Konsumenten wurden 95 durch den Vortest richtig als positiv eingestuft. Jedoch wurden von 37 negativen Resultaten nur 19 auch als negativ durch die Blutprobe bestätigt. Dieses schlägt sich zwar nicht auf die Werte für Sensitivität (84,1 %) und Spezifität (90,5 %) nieder, manifestiert sich jedoch in einem niedrigen negativen prädiktiven Wert von nur 51,4 % (Abbildung 6).

Für Metamphetamine wurde eine von insgesamt 2 Testpersonen als richtig positiv bestätigt. Bei 21 von 22 negativ getesteten Probanden war auch im Blut kein Konsum nachweisbar. Sensitivität und Spezifität liegen hier bei 50,0 % bzw. 95,2 %. Dabei bleibt zu beachten, dass die geringe Stichprobengröße von $n = 23$ keine repräsentative Schlussfolgerungen erlaubt.

16 der insgesamt 21 auf Kokain positiven Probanden wurden über den Dräger DrugTest® richtig-positiv getestet. 17 von 23 negativen Blutproben ergaben zuvor ebenfalls einen negativen Vortest. Der Dräger DrugTest® zeigt für Kokain somit eine Sensitivität von 76,2 % und Spezifitäten von 74,9 %.

Auch für Benzodiazepine beinhaltete die Untersuchung nur eine sehr kleine Stichprobe von $n = 22$ Tests. Hiervon zeigten nur 2 Untersuchungen mit dem Dräger DrugTest® positiv bestätigte Werte, so dass hier ebenfalls keine repräsentative Aussage möglich ist. Von den 16 negativen Probanden wurden alle zuvor über den Schnelltest ermittelt. Aus den Fallzahlen ergeben sich eine Sensitivität von 33,3 % und eine Spezifität von 100 %.

Tabelle 5 bestätigt dem Dräger DrugTest® mit 95,5 % besonders hohe Sensitivitätswerte für Opiate, dicht gefolgt von THC (87,1 %) und Amphetaminen (84,1 %). Für Metamphetamine (50,0 %), Kokain (76,2 %) und Benzodiazepine (33,3 %) weist er im Vergleich deutlich schwächere Sensitivitätswerte auf. Die Spezifität des Dräger DrugTest® 5000 (Opiate 91,3 %, Amphetamine 90,0 %, Metamphetamine

95,2 %, Benzodiazepine 100 %) zeigt, dass bei einem Großteil der Probanden nach einem negativem Vortest auch im Serum kein Drogenkonsum nachweisbar war. Lediglich THC (47,2 %) und Kokain (74,9 %) zeigen in der Spezifität verhältnismäßig niedrige Werte.

Bezüglich der Testgenauigkeit scheint der Nachweis von Opiaten (93,3 %) und Metamphetamene (91,3 %) besonders präzise zu sein. Amphetamine, THC und Benzodiazepine zeigten Genauigkeitswerte zwischen 82,4-85,1 %. Mit 75,0 % zeigt der Test für Kokain keine zuverlässige Präzision.

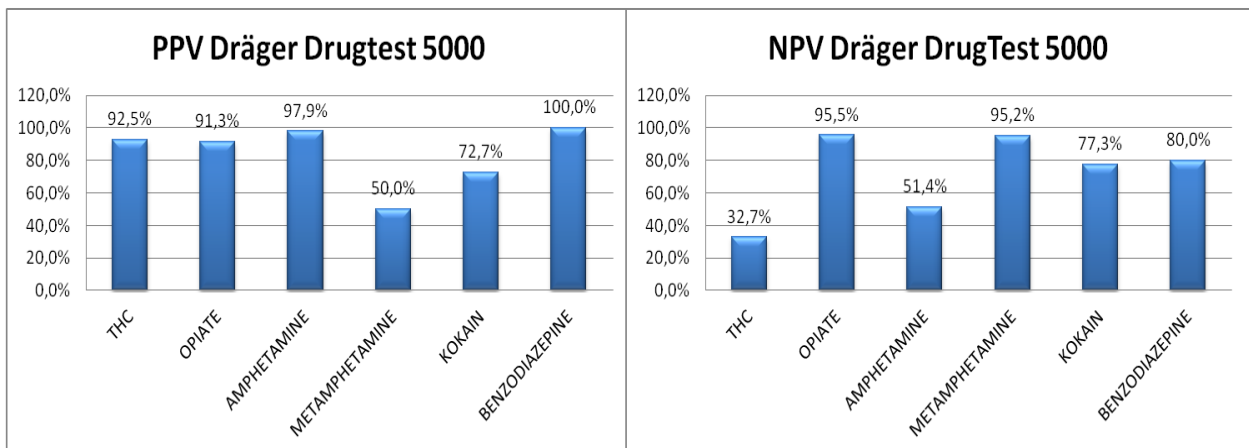


Abbildung 6: Positive und negative prädiktive Werte des Dräger DrugTest® 5000

Für Benzodiazepine (n=2) beläuft sich der positiv prädiktive Wert des Dräger Drug-Test® 5000 auf 100 %. Für die weiteren Substanzen konnten Werte von 97,9 % (Amphetamine), 92,5 % (THC), und 91,3 % (Opiate) festgestellt werden. Die Berechnungen für Metamphetamine und Kokain ergibt PPV's von 50,0 % und 72,7 %.

Für Opiate und Metamphetamine ergeben sich hohe negativ prädiktive Werte (NPV) von 95,5 % und 95,2 %. Für Benzodiazepine und Kokain erbringen die Berechnungen Werte von 80,0 % und 77,3 %. Die NPV's von Amphetaminen (51,4 %) und THC (32,7 %) sind hingegen vergleichsweise niedrig.

3.2 Mavand Rapid STAT®

Detaillierte Zahlen zum Mavand Rapid STAT® finden sich in Tabelle 6, während die grafisch aufbereiteten Ergebnisse in Abbildung 7 dargestellt sind. Im Rahmen der Verkehrskontrollen wurden mit diesem Schnelltest 123 Personen positiv auf THC getestet, jedoch konnte dieses nur bei 91 Probanden auch im Bluttest bestätigt werden. Von 12 negativ auf THC getesteten Probanden zeigten lediglich 3 auch im Bluttest dieses negative Resultat, d.h. 9 THC-Konsumenten wurden durch den Speichel-Vortest nicht detektiert. Die Sensitivität zu diesen Werten liegt bei 91 %, während die Spezifität lediglich bei 9 % liegt.

12 der 12 negativ ausfallenden Proben für Opiate erbrachten richtig negativ Ergebnisse und bei 5 von 5 positiven Opiattests war auch die Blutprobe positiv. Entsprechend zeigen sich hier eine Sensitivität und eine Spezifität von 100 %.

54 Amphetamintests fielen im Rahmen der Allgemeinen Verkehrskontrolle positiv aus. Ein Großteil (46 Analysen) dieser Ergebnisse konnten auch im Serum nachgewiesen und bestätigt werden. Bei den negativ ausgefallenen Vortests stehen richtig negative und falsch negative Tests im Verhältnis 6 zu 5. Es ergab sich somit für Amphetamine eine Sensitivität von 90 % sowie eine Spezifität 43 %. Bei den Metamphetaminen ließen sich lediglich 2 von 6 positiven Tests im Serum verifizieren. Allerdings konnte bei allen 10 negativ getesteten Probanden der Vortest im Blut bestätigt werden. Dieses spiegelt sich in einem NPV von 100 % wieder (Abbildung 7). Für Sensitivität und Spezifität erbrachte der RapidSTAT® die Werte 100 % und 71 %. Ebenso wie für Kokain und Benzodiazepine ist jedoch zu berücksichtigen dass es sich bei der geringen Anzahl an Probanden nicht um eine repräsentative Stichprobe handelt. 6 der 6 positiven und 10 der 10 negativen Kokainproben wurden als jeweils richtig bestätigt, so dass sich Werte für Sensitivität, Spezifität, Genauigkeit, PPV und NPV von je 100 % ergaben.

Untersuchungen zu den Benzodiazepinen erbrachten keine positiven Vortestergebnisse, so dass sich keine Sensitivität errechnen lässt. 7 der 9 negativen Proben wurden in der Blutprobe bestätigt. Die Spezifität lag hier bei 100 %.

Mavand RapidSTAT®							
THC				Kokain			
	Blut pos.	Blut neg.	Summe		Blut pos.	Blut neg.	Summe
Mavand pos.	91	32	123	Mavand pos.	6	0	6
Mavand neg.	9	3	12	Mavand neg.	0	11	11
Summe	100	35		Summe	6	11	
Sensitivität	91,0 %			Sensitivität	100 %		
Spezifität	8,6%			Spezifität	100 %		
Genauigkeit	69,6%			Genauigkeit	100 %		
Opiate				Benzodiazepine			
	Blut pos.	Blut neg.	Summe		Blut pos.	Blut neg.	Summe
Mavand pos.	5	0	5	Mavand pos.	0	0	0
Mavand neg.	0	12	12	Mavand neg.	2	7	9
Summe	5	12		Summe	2	7	
Sensitivität	100 %			Sensitivität	N.a.		
Spezifität	100 %			Spezifität	100 %		
Genauigkeit	100 %			Genauigkeit	77,7 %		
Amphetamine				Metamphetamine			
	Blut pos.	Blut neg.	Summe		Blut pos.	Blut neg.	Summe
Mavand pos.	46	8	54	Mavand pos.	2	4	6
Mavand neg.	5	6	11	Mavand neg.	0	10	10
Summe	51	14		Summe	2	14	
Sensitivität	90,2 %			Sensitivität	100 %		
Spezifität	42,9%			Spezifität	71,4 %		
Genauigkeit	80,0 %			Genauigkeit	75,0 %		

Tabelle 6: Untersuchungsergebnisse mit dem Speicheltest Mavand Rapid STAT®

Die Spezifität des Mavand RapidSTAT beläuft sich für Opiate, Kokain und Benzodiazepine jeweils auf 100 %. THC (8,6 %), Amphetamine (42,9 %) und Metamphetamine (71,4 %) zeigen wesentlich niedrigere Werte. Besonders hohe Sensitivitäten erzielte der Mavand RapidSTAT für Opiate, Metamphetamine und Kokain mit je 100 %.

Auch für THC und Amphetamine wurden Werte von 91,0 % bzw. 90,2 % ermittelt. Durch die kleine Stichprobengröße können die Werte für Benzodiazepine (0 %) nicht wissenschaftlich gewertet werden.

Mit Genauigkeiten zwischen 70,0 % und 100 % ergibt sich für den Mavand RapidSTAT ein recht gemischtes Bild. Die Werte belaufen sich auf 100 % für Opiate und Kokain, 70,0 % für THC, 80,0 % für Amphetamine, 75,0 % für Metamphetamine und 77,7 % für Benzodiazepine.

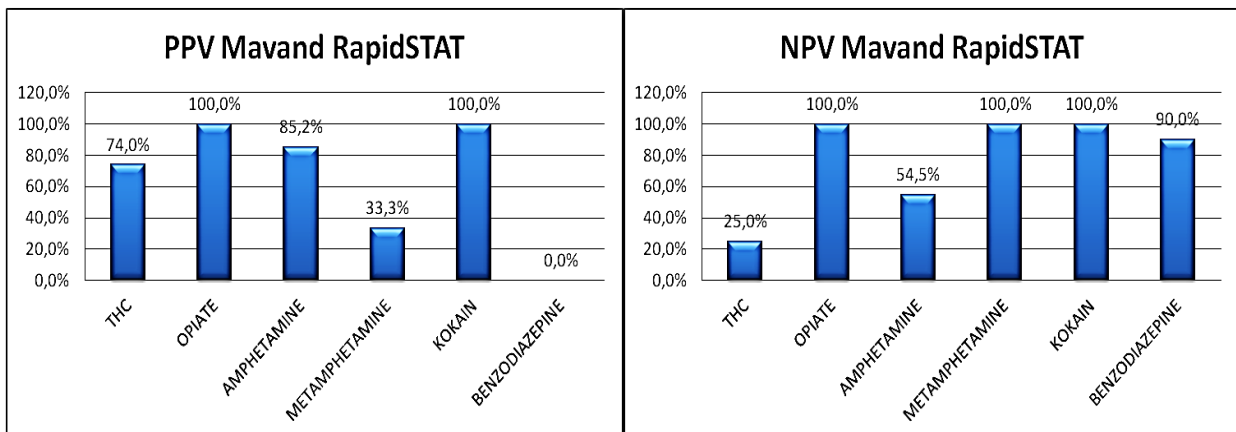


Abbildung 7: Positiv und negativ prädiktive Werte des Mavand RapidSTAT®

Für Opiate und Kokain wurde ein positiv prädiktiver Wert von 100 % errechnet. Niedriger sind die Werte für Amphetamine (85,2 %) und THC (74,0 %). Metamphetamine und Benzodiazepine zeigen die sehr niedrigen Werte von 33,3 % und 0 %, hier ist jedoch der Stichprobenumfang nicht repräsentativ.

Neben den Opiaten und Kokain erreicht der Mavand RapidSTAT auch bei den Metamphetaminen einen negativ prädiktiven Wert von 100 %. Er zeigt ähnliche Werte für

Benzodiazepine (90,0 %). Die Resultate von THC (25,0 %) und Amphetaminen (54,5 %) sind im Vergleich deutlich schwächer.

3.3 Securetec DrugWipe

<u>Securetec DrugWipe®</u>							
THC				Kokain			
	Blut pos.	Blut neg.	Summe		Blut pos.	Blut neg.	Summe
Securetec. pos.	12	5	17	Securetec. pos.	3	3	6
Securetec. neg.	5	2	7	Securetec. neg.	0	2	2
Summe	17	7		Summe	3	5	
Sensitivität	70,6 %			Sensitivität	100,0 %		
Spezifität	28,6 %			Spezifität	40,0 %		
Genauigkeit	58,3 %			Genauigkeit	62,5 %		
Opiate				Benzodiazepine			
	Blut pos.	Blut neg.	Summe		Blut pos.	Blut neg.	Summe
Securetec. pos.	1	1	2	Securetec. pos.	0	0	0
Securetec. neg.	0	1	1	Securetec. neg.	0	1	1
Summe	1	2		Summe	0	1	
Sensitivität	100 %			Sensitivität	0 %		
Spezifität	50,0 %			Spezifität	100 %		
Genauigkeit	66,7 %			Genauigkeit	100 %		
Amphetamine				Metamphetamine			
	Blut pos.	Blut neg.	Summe		Blut pos.	Blut neg.	Summe
Securetec. pos.	9	4	13	Securetec. pos.	0	0	0
Securetec. neg.	0	2	2	Securetec. neg.	0	1	1
Summe	9	6		Summe	0	1	
Sensitivität	100 %			Sensitivität	N.a.		
Spezifität	33,3 %			Spezifität	100 %		
Genauigkeit	73,3 %			Genauigkeit	100 %		

Tabelle 7: Untersuchungsergebnisse mit dem Speicheltest Securetec DrugWipe®

Mit einer Stichprobengröße von $n=47$ gab es für den Securetec DrugWipe deutlich weniger Daten, als für den Träger DrugTest® und den Mavand RapidSTAT (Tabelle 7, Abbildung 8).

Cannabiskonsum konnte in den Blutproben bei insgesamt 17 Probanden nachgewiesen werden, durch den DrugWipe Test wurden jedoch nur 12 dieser Personen zuvor positiv getestet. Von 7 negativen Vortests war bei nur 2 Probanden im Blut ein negatives Ergebnis zu finden. Sensitivität und Spezifität liegen somit bei 70,6 % und 28,6 % für THC.

Von 2 Opiattests, die ein positives Resultat erbrachten, konnte das Ergebnis einmal verifiziert werden. Da die einzige negative Vortestprobe auch im Blut nachgewiesen werden konnte, ergibt sich hier ein NPV von 100 %. Aus diesen, allerdings auf Grund der kleinen Stichprobenzahl nicht aussagefähigem Ergebnissen, resultieren eine Sensitivität von 100 % und eine Spezifität von 50,0 %.

Alle 9 in der Blutprobe ermittelten Amphetamin-Konsumenten konnten über den Securetec DrugWipe nachgewiesen werden. Von den 6 Probanden, die keine Amphetamine zu sich genommen hatten, wurden lediglich zwei durch den Vortest verifiziert. Daraus errechnen sich eine Sensitivität von 100 % und eine Spezifität von 33,3 %.

Da für Metamphetamine lediglich ein negativer Vortest, aber kein positiver Test vorlag, kann die Sensitivität für diese Substanz nicht errechnet werden. Das negative Resultat konnte jedoch mittels Blutanalyse bestätigt werden, so dass sich eine nichtrepräsentative Spezifität von 100 % ergibt.

Für Benzodiazepine wurden ebenfalls keine positiven Vortests ermittelt, daher kann auch hier kein Wert für die Sensitivität angegeben werden. Zudem gab es zu den Benzodiazepinen nur einen negativen Schnelltest, der auch als richtig negativ bestätigt werden konnte. Es folgt eine Spezifität von 100 %.

Die aus den vorhandenen Proben errechneten Sensitivitäten ergaben sowohl für Opiate als auch für Amphetamine und Kokain 100 %. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die

Stichprobengrößen ausgesprochen klein waren. THC hingegen liegt mit 70,6 % in Sensitivitäten in einem eher niedrigen Bereich.

Für THC, Opiate, Amphetamine und Kokain wurden sehr geringe Spezifitäten zwischen 28,6 % und 50,0 % errechnet. Metamphetamine und Benzodiazepine verzeichneten jeweils nur einen negativen Vortest, der in der Blutprobe bestätigt werden konnte und verzeichnen daher Spezifitäten von 100 %.

Die Genauigkeit des Securetec DrugTest® zeigt Werte zwischen 50,0 % und 100 %. Hierbei wurden für THC und Opiate 58,3 % und 66,7 % errechnet. Die Präzision von Amphetamine und Kokain liegt 73,3 % und 62,5 %. Für die Ergebnisse von 100 % für Metamphetamine und Benzodiazepine bleibt der geringe Stichprobenumfang zu berücksichtigen.

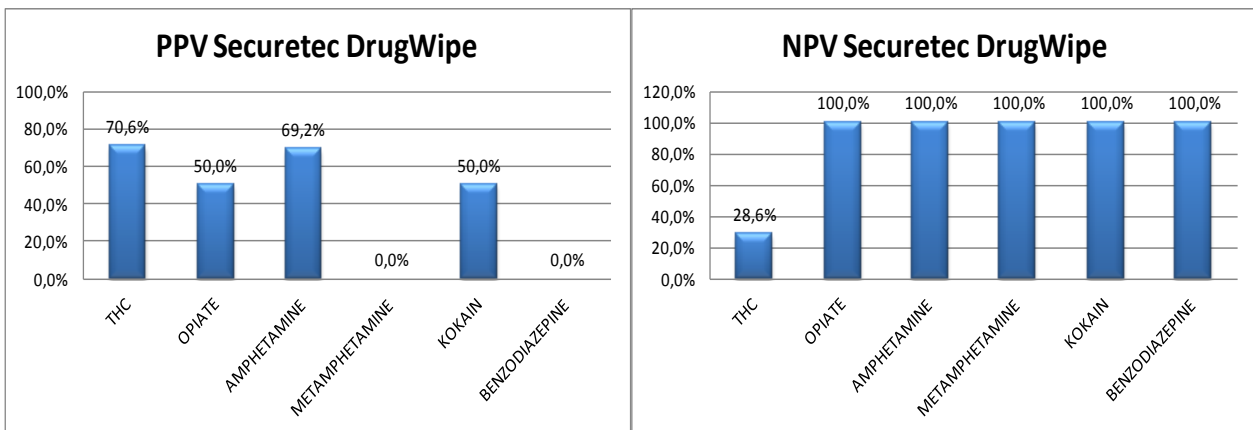


Abbildung 8: Positiv und negativ prädiktive Werte des Securetec DrugWipe®

Der Securetec DrugWipe zeigt vergleichsweise niedrige Werte für den Positiv prädiktiven Wert (PPV). Er liegt für THC bei 70,6 %, 50,0 % für Opiate, 69,2 % für Amphetamine und 50,0 % für Kokain.

Für den negativen Vorhersagewert (NPV) zeigten fast alle Substanzen mit Ausnahme von THC (28,6 %) einen Wert von 100 %, der allerdings zumeist auf einer nicht repräsentativen Stichprobengröße beruht (Abbildung 8).

3.4 Nal von Minden Urintest

Als einziger Urintest gibt der Nal von Minden Urintest im Vergleich zu den Speicheltests keine Auskunft über den Benzodiazepin-Konsum der Probanden.

Insgesamt wurden 619 Urintests im Rahmen der Allgemeinen Verkehrskontrolle abgenommen (s. Tabelle 2). Von den 317 positiv auf THC-Konsum getesteten Probanden wurden 299 auch über die Blutprobe als positiv detektiert. 35 Verkehrsteilnehmer wurden im Vortest als negativ ermittelt, jedoch wurden hiervon 23 Testpersonen als Konsumenten identifiziert, so dass lediglich 12 Proben richtig negativ waren. Es ergeben sich eine Sensitivität von 92,9 % und eine Spezifität von 40,0 %.

<u>Nal von Minden Drug-Screen®</u>							
THC				Metamphetamine			
	Blut pos.	Blut neg.	Summe		Blut pos.	Blut neg.	Summe
Nal von Minden pos.	299	18	317	Nal von Minden pos.	3	3	6
Nal von Minden neg.	23	12	35	Nal von Minden neg.	1	10	11
Summe	322	30		Summe	4	13	
Sensitivität	92,9 %			Sensitivität	75,0 %		
Spezifität	40,0 %			Spezifität	76,9 %		
Genauigkeit	88,4%			Genauigkeit	76,5 %		
Opiate				Kokain			
	Blut pos.	Blut neg.	Summe		Blut pos.	Blut neg.	Summe
Nal von Minden pos.	16	2	18	Nal von Minden pos.	24	9	33
Nal von Minden neg.	1	12	13	Nal von Minden neg.	0	8	8
Summe	17	14		Summe	24	17	
Sensitivität	94,1 %			Sensitivität	100 %		
Spezifität	85,7 %			Spezifität	47,1 %		
Genauigkeit	90,3 %			Genauigkeit	78,1 %		
Amphetamine							
	Blut pos.	Blut neg.	Summe				
Nal von Minden pos.	107	6	113				
Nal von Minden neg.	7	13	20				
Summe	114	19					
Sensitivität	93,9 %						
Spezifität	68,4 %						
Genauigkeit	90,2 %						

Tabelle 8: Untersuchungsergebnisse mit dem Urintest NAL von Minden Drug-Screen®

Bessere Werte erbrachte die Überprüfung auf Opiate. So wurden 16 von 18 Proben als richtig positiv eingestuft und 12 der 13 negativen Vortests wurden über die Blutprobe bestätigt. Entsprechend ist für Opiate eine 94,1 %ige Sensitivität und eine 85,7 %ige Spezifität zu verzeichnen.

113 Autofahrer wurden in den Verkehrskontrollen mit Hilfe des Nal von Minden-Tests positiv auf Amphetamine getestet. Bei 107 Probanden ließ sich das Ergebnis durch die Kontrolle des Serums verifizieren. Von den 20 negativen Schnelltests sind jedoch lediglich 13 als richtig negativ bestätigt. Es resultiert eine Sensitivität von 93,9 % und eine Spezifität von 68,4 %.

Bei 3 der insgesamt 4 Konsumenten von Metamphetaminen ließ sich der Konsum über die Urinprobe ermitteln. Von 11 negativen Urintests wurde dieses in 10 Serumtests bestätigt, während in einem Fall Metamphetamin im Serum nachweisbar war. Aus diesen Fallzahlen ergeben sich eine Sensitivität von 75,0 % und eine Spezifität von 76,9 % (s. Tabelle 8).

Die 24 Fahrer, die unter Kokaineinfluss ihr Auto führten, konnten ausnahmslos durch den Nal von Minden Urintest detektiert werden. Jedoch wurden von 17 Probanden die kein Kokain konsumiert hatten, nur 9 richtig als negativ durch den Vortest eingestuft. So resultieren hier eine Sensitivität von 100 % und eine Spezifität von 47,1 %.

Alles in allem kann der Nal von Minden Test mit recht hohen Sensitivitäten überzeugen. So zeigt er für Kokain einen Wert von 100 %. Werten von 92,9 %, 94,1 % und 93,9 % für THC, Opiate und Amphetamine belegen ebenfalls eine hohe Zuverlässigkeit des Tests.

Opiate wurden durch den Nal von Minden-Test am spezifischsten erfasst (85,7 %). Amphetamine und Metamphetamine Spezifitäten von 68,4 % und 76,9 %. Für THC und Kokain hingegen lagen die entsprechenden Spezifitäten bei 38,7 % (THC) und 47,1 % (Kokain) liegen.

Die errechneten Genauigkeiten zeigten besonders für Opiate und Amphetamine mit 90,3 % und 90,2 % vergleichsweise hohe Resultate, gefolgt von 88,1 % für THC. Metamphetamine und Kokain wiesen eine Genauigkeit von 76,5 % und 78,1 % auf.

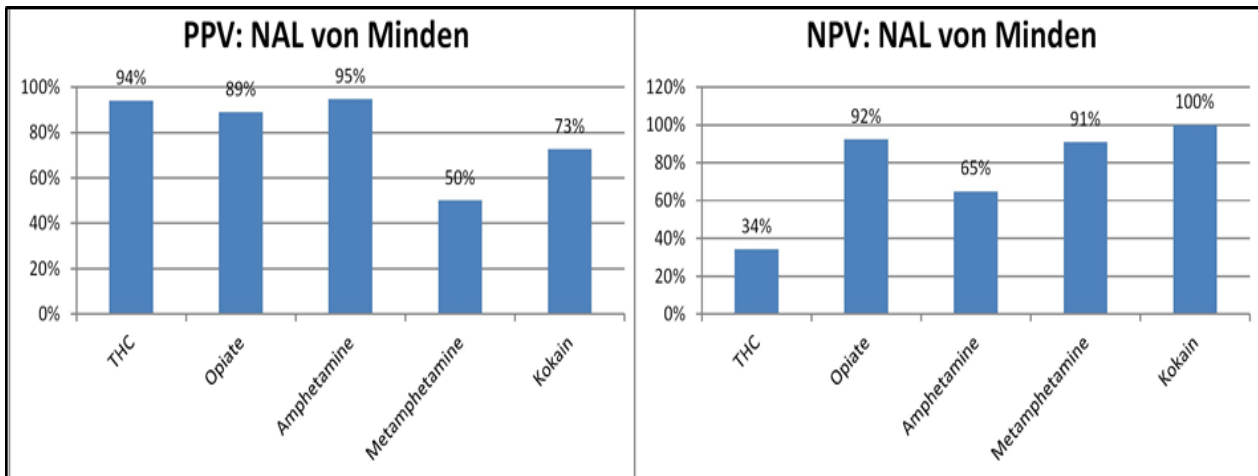


Abbildung 9: Positiv und negativ prädiktive Werte des Urintests Nal von Minden Drug-Screen[®]

Der PPV des Nal von Mindens liefert für die Substanzen THC (94,0 %), Opiate (88,9 %) und Amphetamine (94,7 %) besonders exakte Vorhersagen zum Drogenkonsum. Für Kokain und Metamphetamine dagegen konnten mit 72,7 % und 50,0 % weniger exakte Aussagen getroffen werden (Abbildung 9).

Bezüglich des NPVs zeigen Kokain 100 %, Opiate 92,3 % und Metamphetamine mit 90,9 % die vergleichsweise höchsten Ergebnisse. Für Amphetamine weist der Nal von Minden Test einen 65,0 %igen Vorhersagewert auf und für THC lediglich 34,3 %.

3.5 Zusammenfassende Betrachtung der geprüften Testverfahren

Die Abbildung 10 und Abbildung 11 sollen abschließend einen vergleichenden Überblick über die errechneten Sensitivitäten und Spezifitäten der unterschiedlichen Tests vermitteln.

Hierbei wird ersichtlich, dass der Mavand RapidSTAT® als einziger Test durchgehende Sensitivitäten über 90,0 % zeigt. Zu den Benzodiazepinen können hier jedoch aufgrund niedriger Stichprobengrößen keine Aussage getroffen werden.

Auch der Urinest Nal von Minden Drug-Screen® demonstriert sowohl für THC, Opiate, Cannabis, als auch für Kokain Sensitivitäts-Werte weit über 90,0 %. Lediglich die Ergebnisse für Metamphetamine können hier nicht zufriedenstellen.

Zwar konnte der Dräger DrugTest® 5000 mit Ergebnissen um die 90,0 % für THC und Opiate relativ akzeptable Werte erzielen. Die Sensitivität für Amphetamine, Kokain und Benzodiazepine, liegen dagegen weit unter 90,0 %. Aufgrund der geringen Anzahl an positiven Stichproben kann hier kein Ergebnis zu den Metamphetaminen gezeigt werden.

Auch Securetec DrugWipe® können nur begrenzt Aussagen gemacht werden, da die Anzahl der Stichproben oftmals recht klein ausfiel. Mit sehr guten Werten von 100 % scheint dieser Test besonders gut zur Bestimmung von Amphetaminen. Die Resultate für THC liegen bei 71,0 %.

Bei der Betrachtung der Spezifitäten fällt auf, dass bei keinem der vier Schnelltestverfahren eine zufriedenstellende Spezifität für THC gefunden werden konnte. Alle angegebenen Werte liegen hier unter 50,0 %.

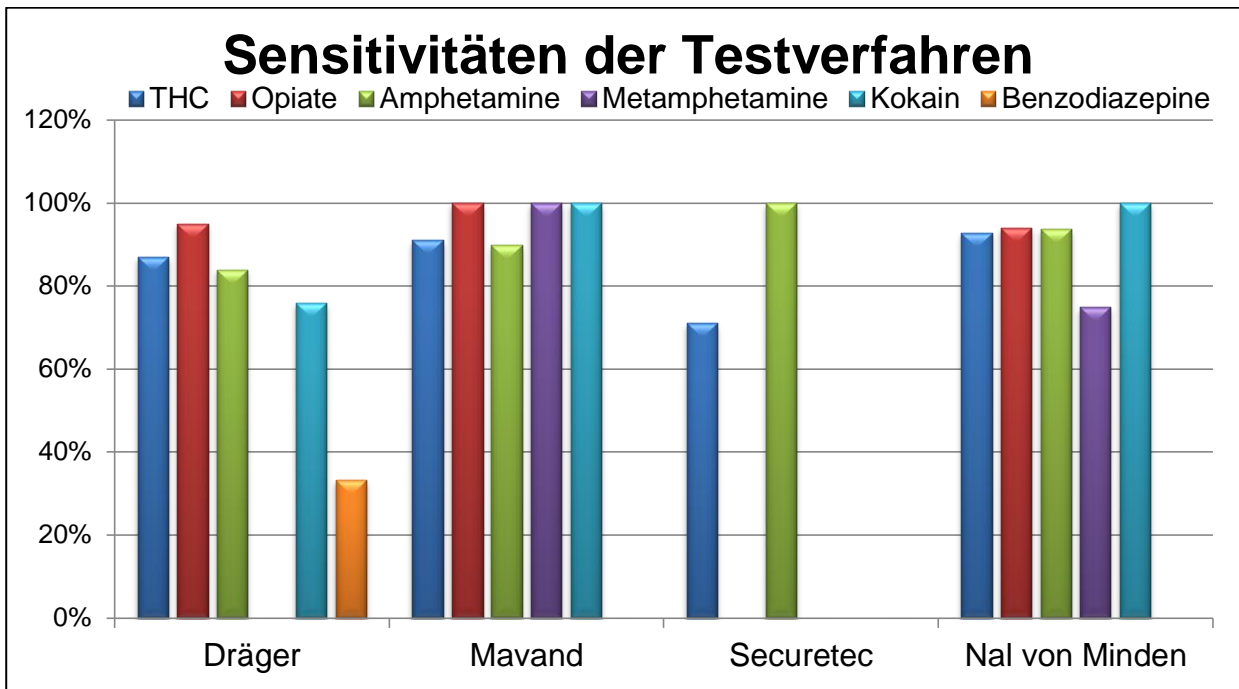


Abbildung 10: Sensitivitäten der geprüften Testverfahren; (eig. Darstellung; berücksichtigt wurden ausschließlich Prüferien mit mindestens 5 Untersuchungen)

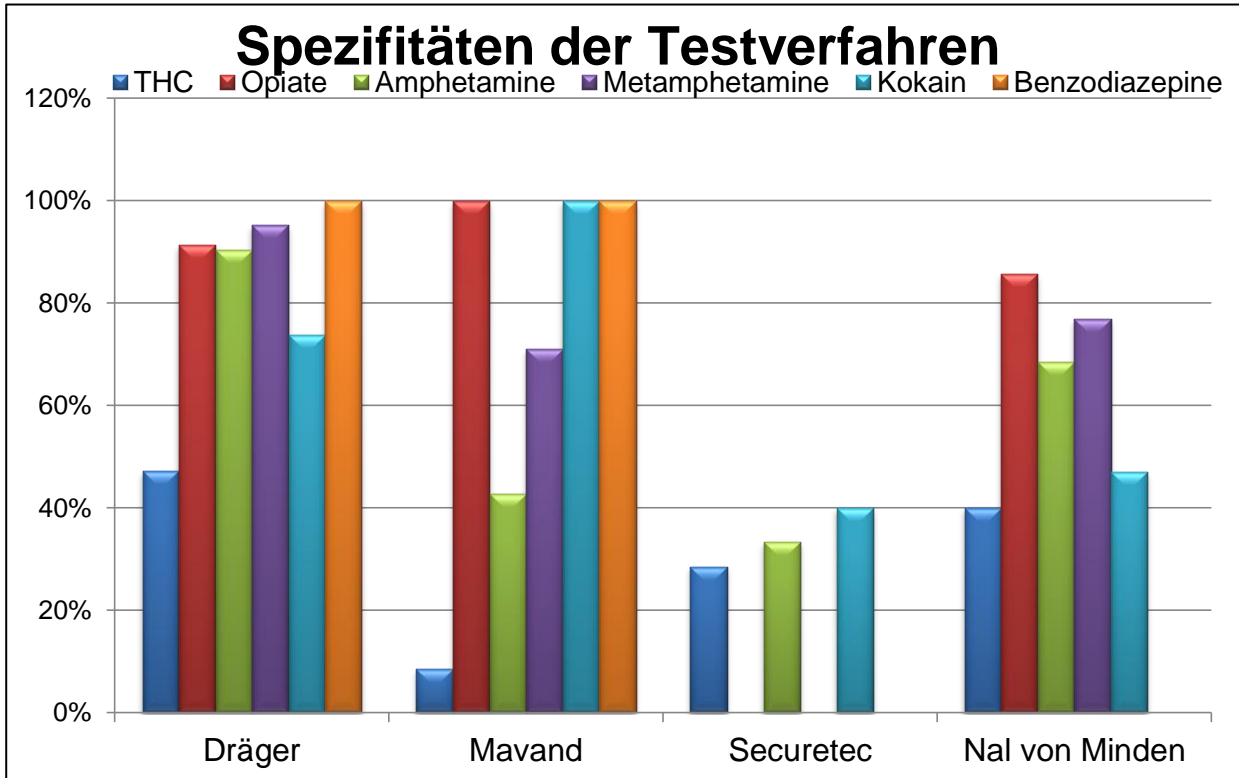


Abbildung 11: Spezifitäten der geprüften Testverfahren; (eig. Darstellung; berücksichtigt wurden ausschließlich Prüferien mit mindestens 5 Untersuchungen)

In Bezug auf Opiate, Amphetamine, Metamphetamine und Benzodiazepine zeigt der Dräger DrugTest® 5000 Spezifitäten über 90,0 %. Lediglich für Kokain wurden 74,9 % ermittelt.

Der Mavand RapidSTAT® zeigt für Opiate, Kokain und Benzodiazepine Spezifitäten von 100 %. Allerdings konnten für Amphetamine und Metamphetamine nur 42,9 % und 71,4 % errechnet werden.

Der Urintest Nal von Minden Drug-Screen® demonstriert lediglich für Opiate mit 85,7 % eine Spezifität die nahe an der 90,0 %-Grenze liegt. Für Amphetamine, Metamphetamine und Kokain liegen die Ergebnisse unter 80,0 %.

Ebenso betragen die Spezifitäten beim Securetec DrugWipe® durchgehend unter 40,0%.

4. Diskussion

Eine nach wie vor schwierige Aufgabe für die Polizei ist die eindeutige Identifikation von Drogenkonsumenten im Straßenverkehr. Noch immer unerreicht ist der Wunsch, diesen Drogenkonsum, vergleichbar mit einem Alkoholttest, schnell und eindeutig nachzuweisen. Die vorliegende Arbeit untersuchte nun die Aussagefähigkeit von Drogenvortests, die als Speichel- oder Urintests von Verkehrsteilnehmern entnommen wurden. Ferner erfolgte ein Vergleich mit Werten einer größeren Anzahl entsprechender Literaturveröffentlichungen. Auf diese Weise sollte untersucht werden, wie hoch die Aussagefähigkeit von Schnelltest auf der Basis von Immunoassays in den Medien Speichel und Urin ist.

Besonderes Ziel dieser Untersuchung war es, die Hypothese zu prüfen, dass Speichel-drogenvortests ähnlich gute oder bessere Ergebnisse liefern, wie die bereits seit längerem von der Polizei eingesetzten Drogentests auf Basis der Matrix Urin.

Entscheidende Kenngrößen für einen qualitativen Vergleich von Schnelltestverfahren sind deren Sensitivität und Spezifität. Besonders bei diesen wesentlichen Kennzahlen sind Mindestwerte von 90,0 % für Sensitivität und Spezifität ausschlaggebend, um von einem verlässlichen Test auszugehen (Verstraete und Raes, 2006). Hinzu kommen die Parameter: Genauigkeit, Positiver prädiktiver Wert (PPV) und Negativ prädiktiver Wert (NPV). Hier wurden in der ROSITA2 Studie (2006) Mindestwerte von 95,0 % für Genauigkeit und 90,0 % für PPV und NPV festgelegt. Blencowe et al. (2010) formulierten für die oben genannten Parameter Sensitivität und Spezifität für einen „guten Test“ einen Mindestwert von lediglich 80,0 %. Sie begründeten Ihre Abweichung zur ROSITA Studie damit, dass die geforderten Werte nur sehr selten von den Vortests erreicht werden könnten (Blencowe et al., 2011).

Eine weitere wesentliche Betrachtungsbasis bei der Interpretation von Analyseergebnissen ist das Niveau der jeweiligen Cut-off-Werte. Ein niedriger Cut-off-Wert hat eine erhöhte Zahl an positiven Ergebnissen zur Folge, was wiederum einen negativen Einfluss auf die Spezifität hat. Aus einem hohen Cut-off-Wert hingegen resultieren niedrige Sensitivitätswerte.

Diskutiert wird im Folgenden insbesondere der Nachweis von THC, Amphetamin und Kokain, da diese Drogen den Schwerpunkt im untersuchten Kollektiv ausmachten. So waren von allen Probanden der vorliegenden Untersuchung 60 % THC-, 20 % Amphetamin- und 15 % Kokain-Konsumenten. Besonders dem Nachweis von Cannabis, dem in Deutschland mit Abstand am häufigsten konsumierten Rauschmittel, kommt eine wichtige Stellung zu. Ebenso erfolgt nachfolgend ein Vergleich mit Ergebnissen aus der aktuellen Literatur.

Schwierig gestaltet sich die vergleichende Betrachtung insofern, als dass die zitierten Arbeiten unterschiedliche Vergleichsdaten heranzogen, um die Sensitivität und Spezifität der verschiedenen Tests zu berechnen. So wurde vom DRUID Projekt (2010), Blencowe et al. (2010), Concheiro et al. (2007), Pehrsson et al. (2008), Strano-Rossi et al. (2012), Vanstechelman et al. (2012), Ettmüller (2011), sowie von Röhrich et al. (2010) das Ergebnis des Speichelvortests mit der später wirklich im Speichel mittels GC/MS festgestellten Drogenkonzentration verglichen. Auf diese Weise ist eine Aussage über die genaue Funktion des Tests möglich.

Andere Autoren wie Wille et al. (2010), Toennes et al. (2005), aber auch die DRUID-Studie (2010) nutzten den Vergleich mit der Blutdrogenkonzentration, so wie es auch in der vorliegenden Arbeit gehandhabt wurde. Dies ist besonders für die Arbeit der Polizei von erheblicher Relevanz, da hier für eine strafrechtliche Verfolgung nach § 24 a (2) des StVG eine möglichst präzise Vorbeurteilung der Blutdrogenkonzentration erforderlich ist. Dargestellt werden die Ergebnisse der Literaturrecherche in den Tabellen 9 bis 12 im Anhang.

Analytik von THC

Einen Vergleich von Speichelvortestergebnissen des Dräger DrugTest® 5000 mit den aktuellen Blutkonzentrationen der Probanden führten neben der DRUID Studie (2010) auch Wille et al. (2010), Toennes et al. (2005) und Toennes et al. (2013) durch. Mit Sensitivitätswerten von 84,8 % (Toennes et al., 2005) und 93,0 % (Wille et al. (2010)) lässt

sich der in der vorliegenden Studie gefundene Wert von 87,1 % gut in die Werte der genannten Untersuchungen eingliedern. Hingegen errechneten die DRUID Studie (2010), Toennes et al. (2013) und Wille et al. (2010) lediglich Resultate von 35,0 %, 66,0 % und 72,0 %.

In der Literatur schwankten die Sensitivitätswerte des DrugTest[®] 5000 für THC im Speichel-Speichel-Vergleich erheblich. In der DRUID Studie (2010) wurden zwei unterschiedliche Cut-off-Werte (1 ng/ml und 5 ng/ml) verwendet. Dieses hat Auswirkungen auf die ermittelten Ergebnisse. So wurden in derselben Studie 69,0 % (Cut-off: 1 ng/ml) und 53,0 % (Cut-off: 5 ng/ml) ermittelt. Auch Blencowe et al. (2010), Concheiro et al. (2007) und Ettmüller (2011) fanden lediglich eine Sensitivität von 59,0 %, 58,6 % und 47,4 %. Abweichend hiervon errechneten jedoch Strano-Rossi et al. (2012), Vanstechelman et al. (2012) und Toennes et al. (2013) Werte von 92,3 %, 80,8 % und 94,4 %.

Sowohl die Autorengruppen Wille et al. (2010), als auch Toennes et al. (2013) fanden unzureichend niedrige Werte zur Spezifität bei der Detektion von THC mit Hilfe des Dräger DrugTest[®] von 71,0 %, 50,0 % und 71,4 %. Diese niedrigen Werte korrespondieren mit den Ergebnissen aus der vorliegenden Studie von 47,2 %. Im Ergebnis hat dieses zur Folge, dass eine Vielzahl (53,0 %) von Probanden fälschlicherweise durch den Dräger DrugTest[®] 5000 positiv auf THC-Konsum getestet werden, obwohl im Blut kein Konsum nachzuweisen war. Sowohl Toennes et al. (2005) als auch die DRUID Studie (2010) präsentierten im Speichel-Serum-Vergleich dagegen Spezifitäten, die mit 96,0 % und 98,0 % weit über dem geforderten Mindestwert von 90 % liegen.

Wie in Tabelle 9 dargestellt, zeigen allerdings mehrere Studien, dass der Dräger DrugTest[®] sehr wohl eine hohe Spezifität aufweist, wenn als Referenzmedium eine Speichelprobe verwendet wurde. So wird hier eine durchschnittliche Spezifität von 92,0 % ermittelt. DRUID (2010), Blencowe et al. (2010), Concherio et al. (2007) und Vanstechelman (2012) ermittelten Werte zwischen 89,8 % und 99,0 %. Als einziger Ausreißer in dieser Rubrik ist die Veröffentlichung von Strano-Rossi (2012) mit einer Spezifitäten von 76,7 % aufzuführen.

Der Dräger DrugTest[®] 5000 ist somit ein relativ sicheres Medium für die Feststellung, dass kein THC bzw. kein THC-Metabolit im Speichel vorhanden ist. Die zum Teil widersprüchlichen Ergebnisse zwischen den Referenzmedien scheinen Hinweis darauf zu sein, dass der spezifische Nachweis eines THC-Konsums über Speichelschnelltests noch nicht ausgereift ist. Es bleibt somit zu diskutieren, in wie fern die THC-Speichelkonzentration der aktuellen Serumkonzentration an THC-Metaboliten entspricht. Entsprechendes forderte auch schon Garg (2008).

Ähnliche Ergebnisse können beim Mavand Rapid STAT ermittelt werden. So ist auch in der vorliegenden Arbeit in Bezug auf den THC-Nachweis eine zufriedenstellende Sensitivität für den Speichel-Serum-Vergleich von 91,0 % bei THC zu ermitteln, jedoch ein nicht akzeptabler Wert zur Spezifität bei dieser Wirkstoffgruppe von 8,6 %. In anderen Studien schnitt der Mavand RapidSTAT[®] in puncto Sensitivität weitaus schlechter ab. 71,0 % Sensitivität wurden nicht nur von Röhrich et al. (2010), sondern auch von Wille et al. (2010) errechnet. DRUID (2010) gibt lediglich 38,0 % Sensitivität an. Basis ist hier jedoch eine verhältnismäßig kleine Stichprobengröße von n=28, so dass dieser Wert als nur bedingt repräsentativ zu werten ist.

Zur Spezifität wurden 60,0 % von (Rohrich et al., 2010) und 55,0 % von (Wille et al., 2010) ermittelt, sodass auch hier unzureichende Werte gefunden wurden. Aus dem Spezifitätswert von 100 % der DRUID-Studie (2010) kann auch hier auf Grund der kleinen Stichprobe keine wissenschaftlich stabile Aussage getroffen werden.

Äquivalent zu den Ergebnissen des Dräger DrugTest® 5000 zeigt auch der Mavand RapidSTAT® weitaus bessere Resultate zur Spezifität im Speichel-Speichel-Vergleich. Hier fanden Rohrich et al. (2010) Werte von 87,0 %, die "Coffeshop-Untersuchung" (DRUID, 2010) erbrachte 50,0 % (Cut-off 1 ng/ml) und 71,0 % (Cut-off 15 ng/ml). Die weiteren Ergebnisse der DRUID-Studie zeigten Spezifitäten von 90,0 %, 89,0 % (Cut-off 1 ng/ml) und 88,0 % (Cut-off 15 ng/ml). Ebenfalls berichteten Vanstechelman et al. (2012) Spezifitäten von 88,3 % und Strano-Rossi et al. (2012) von 97,0 % für THC. Dies unterstützt erneut die obengenannte These, dass die THC-Speichelkonzentration noch kein ausreichendes Äquivalent zur aktuellen Serumkonzentration an THC-Metaboliten darstellt.

Zur Sensitivität im Speichel-Speichel-Vergleich ermittelten Rohrich et al. (2010) einen Wert von 85,0 %. In der Coffee-shop Studie von DRUID lagen die Werte bei 88,0 % (DRUID Cut off von 1 ng/ml) bzw. bei 95,0 % (Cut-off des Herst. von 15 ng/ml). Im "Roadsidetest" der DRUID Studie wurden 68,0 % (DRUID Cut-Off: 1ng/ml), bzw. 85,0 % (Herst. Cut-off: 5ng/ml) Sensitivität errechnet. Geringere Sensitivitäten finden sich im Anhang 8 der DRUID-Studie mit 56,0 %, bei Vanstechelman et al. (2012) mit 43,0 % und Strano-Rossi et al. (2012) mit 72,0 %.

Zum Speichelschnelltest Securetec DrugWipe® werden in der vorliegenden Studie mit 70,6 % Sensitivität ähnliche Ergebnisse ermittelt, wie in der Arbeit von Wille et al. (2010) (71,0 %) und Pehrsson et al. (2008) mit 68,3 %. Abweichend hierzu ermittelt die DRUID Studie 43,0 %. Somit weist der Securetec DrugWipe® im Vergleich zum Mavand Rapid STAT® oder Dräger DrugTEST® 5000 deutlich niedrigere Sensitivitäten auf. Mit ursächlich ist hierfür jedoch der höhere Cut-off des DrugWipe® für THC, der bei 30 ng/ml liegt und somit die Zahl der positiven Testergebnisse sinken lässt. Entsprechend müssten sich allerdings günstigere Werte für die Spezifität des Tests ergeben. Mit einer Spezifität von nur 28,6 % kann diese Vermutung jedoch nicht bestätigt werden. Zumindest geben jedoch die Resultate der Literaturstudie (s. Tabelle 11) Hinweise auf gute Spezifitäten von 87,0 % (DRUID, 2010), 87,9 % (Pehrsson et al., 2008). Ausreißer ist hier das Ergebnis von Wille et al. (2010) mit 50,0%.

Im Vergleich der Vortestergebnisse mit dem Securetec Drug Wipe[®] zu der tatsächlichen THC-Konzentration im Speichel wurden ebenfalls niedrige Sensitivitäten von 43,0 % (DRUID, 2010), 52,2 % (Pehrsson et al., 2008) und 46,6 % (Strano-Rossi et al., 2012) ermittelt. Weitaus bessere Ergebnisse erbrachte die Studie von Grönholm und Lillsunde (2001) mit einer Sensitivität von 100 %. Toennes (2013) testete den Securetec Drug Wipe[®] zum einen mit einer Speichelaufnahme in der Wange (87,8 %) und zum anderen an der Zunge (89,1 %).

Für die entsprechenden Spezifitäten wurden Werte von 99,0 % (Grönholm und Lillsunde, 2001), 96,0 % in der DRUID-Studie (DRUID, 2010), 98,9 % durch (Pehrsson et al., 2008) und 98,9 % durch Strano-Rossi et al. (2012) errechnet. In beiden Untersuchungen von Toennes (2013) ergab sich eine Spezifität von 93,8 %. Letztlich ergibt sich hier erneut ein Hinweis auf gute Spezifitäten auf Grund eines hohen cut-off Wertes des Securetec DrugWipes[®].

Der Nal von Minden Urintest kann in Bezug auf den THC-Nachweis mit hervorragenden Werten von 92,9 % Sensitivität und 88,4 % Genauigkeit glänzen, er zeigt jedoch ebenso wie die Speicheltests eine niedrige Spezifität von 40,0 %. Mit den niedrigen Spezifitäten für THC zeigen alle vier Schnelltests weitaus schlechtere Werte (Dräger DrugTest[®] (47,2 %), Mavand RapidSTAT[®] (8,6 %), Securetec DrugWipe[®] (28,6 %) und Nal von Minden Drug-Screen[®] (40,0 %), als es die in der Literatur gefundenen Daten versprechen. Somit ist, wie auch schon Kintz et al. (2005) und Wille et al. (2010) feststellten, THC aufgrund niedriger Spezifitäten bei den Testresultaten das „Sorgenkind“ des Drogennachweises im Speichel. Die Hauptursache hierfür liegt wohl in der schlechten Diffusion des THCs aus dem Serum in den Speichel (Schramm et al., 1992). Mit Sensitivitäts-Werten beim THC-Nachweis von 87,1 % für den Dräger DrugTest[®] und 91,0 % für Mavand RapidSTAT[®] liegen diese beiden Schnelltests weit über den in der Literatur gefundenen Werten (s. Tabelle 9, Tabelle 10). Dieses lässt den Schluss zu, dass durchaus Fortschritte in der Präzision der Tests zu verzeichnen sind, dass aber in Anbetracht der immer noch nicht zufriedenstellenden Spezifität sowohl bei den

Speicheltests als auch beim Nal von Minden Urintest weitere Verbesserungen im jeweiligen Testverfahren notwendig sind. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass das Nachweisfenster von Drogen im Urin deutlich weiter ist als im Blut, was eine grundlegende Optimierung der Spezifität zusätzlich erschwert.

Analytik von Amphetaminen

Während die Sensitivitäten für Amphetamine in dieser Untersuchung ausgezeichnete Ergebnisse für den Mavand RapidSTAT® (90,2 %), Securetec DrugWipe® (100 %) und den Nal von Minden Drug-Screen® (94,1 %) zeigen, erreicht der Dräger DrugTest® mit 84,1 % nicht die geforderte 90 %-Grenze, um sichere Ergebnisse in der Straßenverkehrskontrolle zu erbringen. Jedoch erbringen die Literaturergebnisse für Amphetamine nahezu durchgehend Werte über 90 % (s. Tabelle 9, Tabelle 10, Tabelle 11, Tabelle 12). Insgesamt gesehen lassen diese Ergebnisse damit den Schluss zu, dass Konsumenten von Amphetaminen sowohl mit den eingesetzten Speicheltests als auch mit Urintests zuverlässig detektiert werden.

In Punkto Spezifität zeigen allerdings auch die Amphetamine schlechtere Ergebnisse, als die in der Literatur belegten Werte. So erreichen der Mavand RapidSTAT® mit 42,9 % und der Securetec DrugWipe® mit 33 % Resultate, die weit unterhalb einer akzeptablen Spezifität liegen. Für den DrugWipe® belegen die Literaturwerte zwischen 50,0 % und 86,5 % (s. Tabelle 11) und damit lediglich mäßig ausreichende Ergebnisse. Der RapidSTAT® hingegen erzielt in anderen Studien weitaus bessere Werte: 90,0 % (Röhrich et al., 2010), 75,0 % (Wille et al., 2010), 93,0 % (DRUID, 2010).

Lediglich der Dräger DrugTest® 5000 zeigt in vorliegender Untersuchung mit 90,5 % gute Werte zur Spezifität des Test auf Amphetamine. Diese Ergebnisse werden durch Wille et al. (2010) mit 100 %, Toennes et al. (2005) mit 91,6 %, Toennes et al. (2013) mit 94,0 % und durch die DRUID Studie (2010) mit 100 % bestätigt. Damit schneidet der Drug-Test® 5000 auch weitaus besser ab, als der Urintest Nal von Minden, der lediglich eine Spezifität von 68,4 % erreicht. Dieses widerspricht hingegen den Ergebnissen, die mit

dem MASHAN Urinest mit 94,7 % (Toennes et al., 2005) ermittelt wurden, die belegen, dass sich Amphetamine über eine Urinprobe grundsätzlich gut nachweisen lassen.

Durchgehend Spezifitäts-Werte über 90,0 % für alle Tests auf Amphetamine ergaben sich ebenfalls im Speichel-Speichel-Vergleich der Literatur. Zu finden war lediglich ein Ausreißer für den Securetec DrugWipe[®] in der Studie von Grönholm und Lillsunde (2001) mit 56,0 %.

Die Sensitivitätswerte zeigen in der Speichel-Speichel-Analyse ein wesentlich bunteres Bild, als dies im Speichel-Serum-Vergleich der Fall war. Hier ergaben sich für den Dräger DrugTest[®] 5000 Resultate zwischen 62,5 % und 100 % (s. Tabelle 9).

Für den Mavand RapidSTAT[®] wurden bezüglich Amphetamine einerseits ausgezeichnete Sensitivitäten von 94,0 % (Röhrich et al., 2010), und 90,0% (Strano-Rossi et al., 2012) errechnet. Andererseits berichten jedoch die DRUID Studie (2010) im Anhang 8, sowie DRUID Studie (2010) S.60 und Vanstechelman et al. (2012) Werte von 54,0 %, 72,0 % und 16,7 %.

Im Speichel-Speichel-Vergleich des Securetec DrugWipe[®] auf Amphetamine ergab sich eine Sensitivität von 87,0 % in der DRUID-Studie, von 100 % bei Grönholm (2001) und 95,5 % bei Pehrsson et al. (2008).

Analytik von Kokain

Für den Nachweis von Kokain wurden im Vergleich zu THC und Amphetaminen nur wenige Probanden untersucht. Die in dieser Studie errechnete Sensitivität des Dräger DrugTest 5000[®] von 76,2 % für Kokain belegt, dass für den Nachweis dieser Droge noch Verbesserungen notwendig sind. Diese Forderung findet Bestätigung durch die von Wille et al. (2010) errechneten Werte von 64,0 % und 67,0 %, sowie durch die ebenfalls nicht gänzlich zufriedenstellenden Werte von 85,7 % von Toennes et al. (2005). Lediglich Toennes et al. (2013) können für den Nachweis von Kokain einen hohen Sensitivitätswert von 95,0 % feststellen.

Aufgrund der geringen Anzahl an Stichproben ist es in diesem Punkt nicht möglich, eine wissenschaftlich zufriedenstellende Aussage über den Nachweis von Kokainkonsum mit Hilfe des Mavand RapidSTAT[®] und des DrugWipe[®] zu machen. In der Literatur sind jedoch für beide Schnelltests unbefriedigende Sensitivitäten im Bereich von 50,0 % bis 78,0%, sowie ausgesprochen hohe Spezifitäten zwischen 88,0 % und 99,0 % zu finden.

Urintests scheinen hingegen recht positive Ergebnisse in Bezug auf den Kokain-Nachweis zu erbringen. In vorliegender Untersuchung ergibt sich eine Sensitivität von 100 % mit dem Nal von Minden, ein Wert, der sich auch in allen recherchierten Literaturergebnissen bestätigt (s. Tabelle 12). Entsprechend sehr gute Werte auch bzgl. der Spezifität zeigen alle Literaturquellen, nicht jedoch die vorliegende Untersuchung, die bei 17 Analysen eine Spezifität von 47,1 % ermittelt.

Sehr gering sind die Analysezahlen zu den Drogengruppen Opiate, Metamphetamine und Benzodiazepine (Tabelle 5, Tabelle 6, Tabelle 7). Bei all diesen Wirkstoffen ergeben sich erheblich schwankende Werte, sowohl in Bezug auf die Sensitivität, als auch in Bezug auf die Spezifität. Eine wissenschaftliche Interpretation und vergleichende Betrachtung mit den Literaturergebnissen (Tabelle 9, Tabelle 10, Tabelle 11, Tabelle 12) ist daher nicht möglich.

Bilanzierende Betrachtung

Bei globaler Betrachtung der vorliegenden Untersuchung, sowie der verschiedenen Literaturquellen, ist eine Ideallösung zum Schnelltest auf Drogenmissbrauch keinesfalls gegeben. Alle untersuchten Schnelltestverfahren zeigen Mängel in der letztlich geforderten Perfektion in puncto Sensitivität und Spezifität für mindestens eine Substanz. So ist auch die Frage nach dem besten Schnelltestverfahren nicht eindeutig zu beantworten, da sowohl vorliegende Ergebnisse als auch die Literaturergebnisse größere Schwankungen aufweisen.

Die ursprüngliche Hypothese, dass es sich bei Speichel als Matrix für Drogenvortests um eine ausreichende Alternative zum Urintest handelt, kann auf Grund der vorliegenden Ergebnisse, aber auch auf Basis der Literaturrecherche nur bedingt angenommen werden. Nach wie vor zeigen die Ergebnisse von Speicheltests geringere Übereinstimmungen mit den tatsächlichen Konzentrationen an Drogen im Blut, als dieses bei Urintests der Fall ist. Jedoch geben auch die Urinschnelltests keine sichere Antwort auf die Frage: Hat der Proband Drogen konsumiert? Ja oder Nein?

Es stellt sich die Frage nach den Ursachen für immer wieder vorkommende Fehlanalysen (Spezifität) und nach Verbesserungsmöglichkeiten.

Zunächst bleibt die qualifizierte Beobachtung der Verkehrsteilnehmer durch die Polizei gefragt, die im Zweifel auch bei einem negativen Drogenvortest eine Blutprobe veranlassen sollte. Eine diesbezügliche gute Schulung der Beamten scheint unbedingt erforderlich. Die Ursache für oft unzureichende Testergebnisse wird zumindest teilweise in den Testdurchführungen vermutet (Pehrsson et al., 2010; Toennes et al., 2005).

Gleichzeitig ist jedoch zu bedenken, dass der Anteil der Drogenkonsumenten in der Untersuchungsgruppe auf diese Weise steigt. Hierdurch sinkt der Anteil der negativen Fälle, was wiederum niedrigere Spezifitäten zur Folge hat. Ähnliches ermittelten auch (Pehrsson et al., 2010). Um diese Problematik genauer zu untersuchen und etwaige Fehler zu eliminieren, wäre es wünschenswert, weitere systematische Studien mit einer randomisierten Stichprobe durchzuführen. Hierüber könnte der Einfluss auf die richtig-negative-Rate, der durch die polizeiliche Vorauswahl entsteht, reduziert werden kann.

Eine weitere Ursache für die oftmals niedrigen Spezifitäten sind die bereits oben diskutierten niedrigen Cut-off Werte, die die Zahl der negativen Fälle verringern und somit einen negativen Einfluss auf die Spezifität haben. Wünschenswert wäre hier ein wissenschaftlicher Konsens, vergleichbar zu den Vorschlägen der DRUID-Studie auf internationaler Ebene.

Vermutet wird, dass die Qualität der Testergebnisse durch die Speichelkonsistenz und insbesondere den pH-Wert des Speichels beeinflusst wird (Pehrsson et al., 2011). Eine

Berücksichtigung dieser Faktoren bei der Probeentnahme, könnte die Ergebnissicherheit positiv beeinflussen.

Um zufriedenstellende Ergebnisse auf dem Gebiet der Drogenbestimmung im Straßenverkehr mit der Matrix Speichel zu erzielen, sind noch erhebliche Verbesserungen von Seiten der Hersteller zu fordern. Letztlich bleibt es aber nach wie vor das Ziel, über Speichelvortests verlässlichere Ergebnisse als im Urinverfahren zu erzielen.

5. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Überprüfung von Schnellnachweisverfahren zum Drogenkonsum im Straßenverkehr. In einer 11-monatigen Testphase wurden 1.212 Fahrer in Nordrhein-Westfalen getestet. Zum Einsatz kamen hierbei drei Verfahren, die auf der Matrix Speichel basieren (Dräger DrugTest[®] 5000 (Draeger Safety AG&Co. KGaA, Lübeck), RapidSTAT[®] (Mavand Solution GmbH, Mössingen) und DrugWipe5/5+[®] (Securetec Detektions-Systeme AG, Brunthal)). Zusätzlich kam in größerem Umfang das Urin-Schnelltest-Verfahren Drug-Screen[®] (NAL von Minden, Regensburg) zum Einsatz. Des Weiteren wurde bei einem Großteil dieser Probanden ein zusätzlicher Drogennachweis im Blut durchgeführt. Sowohl die Speichel-, als auch die Urintests wurden mit den Ergebnissen im Plasma verglichen. Auf diese Weise ließen sich Sensitivität, Spezifität, Genauigkeit, sowie die Positiven- bzw. Negativen prädiktiven Werte errechnen. In einer gesonderten Analyse wurden Daten aus ähnlichen Studien gesammelt und mit den Resultaten der vorliegenden Studie verglichen.

Folgende Sensitivitäten konnten für die Speicheltests ermittelt werden:

- THC 87,1 % (DrugTest[®] 5000), 91,0 % (RapidSTAT[®]); 70,6 % (DrugWipe[®]),
- Opiate 95,5 % (DrugTest[®] 5000), 100 % (RapidSTAT[®], DrugWipe[®]);
- Amphetamine 84,1 % (DrugTest[®] 5000), 90,2 % (RapidSTAT[®]), 100 % (DrugWipe[®]);
- Metamphetamine 50,0 % (DrugTest[®] 5000), 100 % (RapidSTAT[®]);
- Kokain 76,2 % (DrugTest[®] 5000), 100 % (RapidSTAT[®], DrugWipe[®]) und
- Benzodiazepine 0-33 % (mit einer sehr niedrigen positiv-Rate).

Besonders hervorzuheben sind die niedrigen Spezifitäten für THC (29 % (DrugWipe[®]) und 47 % (DrugTest[®] 5000)). Ähnlich niedrige Ergebnisse waren auch in der Literatur (DRUID, 2010) zu finden. Diese Werte lassen sich über die niedrigen Cut-off-Werte erklären.

Der Urin-Schnelltest der Firma Nal von Minden Drug-Screen[®] zeigte gute Sensitivitäten (THC 92,9 %, Opiate 94,1 %, Amphetamine 93,9 %, Metamphetamine 75,0 % (geringe

Stichprobengröße!), Kokain 100 %). Die Spezifitäten waren jedoch weniger überzeugend (40,0 %, 85,7 %, 68,4 %, 76,9 %, 47,1 %).

Auch wenn Speichel ein sehr praktikables Nachweismedium in den allgemeinen Verkehrskontrollen ist, zeigt diese Matrix dennoch Schwächen in puncto Sensitivität für die Substanzen Metamphetamine und Benzodiazepine, sowie in der Spezifität für THC. Obwohl der Dräger DrugTest® für den Großteil der zu untersuchenden Substanzen die besten Ergebnisse lieferte, bleibt er dem Mavand RapidSTAT® in Bezug auf den am häufigsten konsumierten THC-Wirkstoff im Nachweis unterlegen. Somit verbleibt Speichel als Medium für Drogenvortests vielversprechend, allerdings sind noch Optimierungen bei einzelnen Wirkstoffen zu fordern. Erst hierdurch ergäbe sich eine gute Alternative zum bisher häufiger verwendeten Urintest.

6. Anhang

Dräger DrugTest 5000	THC	AMP	MET	KOK	OPI	BENZO	Quelle:
Sensitivität Speichel-Speichel	69,0 %	99,0 %	99,0 %	33,0 %	91,0 %	97,0 %	DRUID 2010 DRUID Cut-Off
	53,0 %	75,0 %	75,0 %	50,0 %	89,0 %	64,0 %	DRUID 2010 Herst. cut-off
	59,0 %	67,0 %	67,0 %	50,0 %	89,0 %	65,0 %	Blencowe et al. 2010
	58,6 %	62,5 %	62,5 %	90,1 %	22,2 %		Concheiro et al.2007
	92,3 %	100 %		97,0 %			Strano-Rossi 2012
	47,4 %	71,7 %	100 %	87,5 %	45,4 %		Ettmüller 2011
	80,8 %	75,0 %		50,0 %	84,1 %		Vanstechelman 2012
	94,4 %						Toennes 2013
Mittelwert	69,3 %	78,6 %	80,7 %	65,4 %	70,1 %	75,3 %	
Spezifität Speichel-Speichel	99,0 %	100 %	100 %	96,0 %	87,0 %	99,0 %	DRUID 2010 DRUID Cut-Off
	99,0 %	100 %	100 %	99,0 %	85,0 %	100 %	DRUID 2010 Herst. cut-off
				100 %	94,0 %	92,0 %	Blencowe et al. 2010
	89,8 %	91,2 %	99,2 %	98,8 %	100 %		Concheiro et al.2007
	76,7 %	99,8 %		99,0 %			Strano-Rossi 2012
	90,2 %	86,0 %	98,4 %	97,5 %	100 %		Ettmüller 2011
	95,5 %	100 %		99,2 %	91,8 %		Vanstechelman 2012
Mittelwert	92,0 %	96,2 %	99,4 %	98,5 %	93,0 %	97,0 %	
Sensitivität Speichel-Serum	93,0 %	100 %		64,0 %			Wille, et al. 2009
	72,0 %	92,0 %		67,0 %			Wille, et al. 2009
	66,0 %	97,2 %		85,7 %	84,0 %		Toennes 2005
	35,0 %						DRUID 2010 S. 81
	84,8 %	68,0 %		95,0 %	100 %		Toennes 2013
Mittelwert	70,2 %	89,3 %		77,9 %	92,0 %		
Vorl. Arbeit:	87,1 %	84,1 %	50,0 %	76,2 %	95,5 %	33,3 %	
Spezifität Speichel-Serum	71,0 %	100 %		77,0 %			Wille, et al. 2009
	50,0 %	100 %		69,0 %			Wille, et al. 2009
	96,0 %	91,6 %		99,1 %	98,1 %		Toennes 2005
	98,0 %	100 %	100 %	98,0 %	100 %	100 %	DRUID 2010 S. 81
	71,4 %	94,0 %		88,7 %	96,4 %		Toennes 2013
Mittelwert	77,3 %	97,2 %	100 %	86,4 %	98,2 %	100 %	
Vorl. Arbeit:	47,2 %	90,5 %	95,2 %	74,9 %	91,0 %	100 %	

Tabelle 9: Sensitivitäten und Spezifitäten zu den nachweisbaren Substanzen des Dräger DrugTest 5000® in Literaturstudien

Mavand Rapid STAT®	THC	AMP	MET	KOK	OPI	BENZO	Quelle
Sensitivität Speichel- Speichel	85,0 %	94,0 %					Röhrich et al. 2010
	56,0 %	54,0 %	97,0 %	36,0 %	90,0 %	67,0 %	DRUID Anhang 8
	68,0 %	72,0 %				68,0 %	DRUID S.60
	85,0 %	72,0 %				86,0 %	DRUID S.60
	88,0 %						Coffeeshop DRUID S.71
	95,0 %						Coffeeshop DRUID S.71
	72,0 %	90,0 %	76,0 %	81,0 %	100 %		Strano-Rossi 2012
	43,0 %	16,7 %		27,3 %	76,5 %		Vanstechelman 2012
Mittelwert	74,0 %	66,5 %	86,5 %	48,1 %	88,8 %	73,7 %	
Spezifität Speichel- Speichel	87,0 %	97,0 %					Röhrich et al. 2010
	90,0 %	97,0 %	97,0 %	99,0 %	97,0 %	99,0 %	DRUID Anhang 8
	89,0 %	100 %				97,0 %	DRUID S.60
	88,0 %	100 %				88,0 %	DRUID S.60
	50,0 %						Coffeeshop DRUID S.71
	71,0 %						Coffeeshop DRUID S.71
	97,0 %	98,6 %	99,0 %	99,0 %	100,0 %		Strano-Rossi 2012
	88,3 %	96,9 %		97,5 %	96,1 %		Vanstechelman 2012
Mittelwert	82,5 %	98,3 %	98,0 %	98,5 %	97,7 %	94,7 %	
Sensitivität Speichel- Serum	71,0 %	100 %					Röhrich et al. 2010
	71,0 %	93,0 %		75,0 %			Wille, et al. 2010
	38,0 %						DRUID S. 80
Mittelwert	60,0 %	96,5 %		75,0 %			
Vorl. Arbeit:	91,0 %	90,2 %	100 %	100 %	100 %		
Spezifität Speichel- Serum	60,0 %	90,0 %					Röhrich et al. 2010
	55,0 %	75,0 %		88,0 %			Wille, et al. 2010
	100,0 %	93,0 %	96,0 %	96,0 %	100 %	100 %	DRUID S.80
Mittelwert	71,6 %	86,0 %	96,0 %	92,0 %	100 %	100 %	
Vorl. Arbeit:	8,6 %	42,9 %	71,4 %	100 %	100 %	100 %	

Tabelle 10: Sensitivitäten und Spezifitäten zu den nachweisbaren Substanzen des Mavand RapidSTAT® in Literaturstudien

Securetec DrugWipe®	THC	AMP	MET	KOK	OPI	BENZO	Quelle
Sensitivität Speichel-Speichel	100 %	100 %				100 %	Grönholm (2001)
	52,2 %	95,5 %	98,0 %	50,0 %	100,0 %	74,0 %	Pehrsson (2008)
	43,0 %	87,0 %					DRUID S.58
	46,6 %			90,0 %	57,1 %		Strano-Rossi (2012)
	87,8 %						Toennes (2013)
	89,1 %						Toennes (2013)
Mittelwert	69,8 %	94,2 %	98,0 %	70,0 %	78,6 %	87,0 %	
Spezifität Speichel-Speichel	99,0 %	56,0 %				87,5 %	Grönholm (2001)
	98,9 %	92,9 %	97,0 %	99,30 %	95,8 %	84,2 %	Pehrsson (2008)
	96,0 %	95,0 %					DRUID S.58
	98,9 %			99,0 %	99,8 %		Strano-Rossi (2012)
	93,8 %						Toennes (2013)
	93,8 %						Toennes (2013)
Mittelwert	96,7 %	81,3 %	97,0 %	99,2 %	97,8 %	85,9 %	
Sensitivität Speichel-Serum		90,0 %	90,0 %	75,0 %	63,0 %		Verstraete (2005)
	68,3 %	97,7 %		50,0 %	87,5 %	66,7 %	Pehrsson (2008)
		50,0 %		63,0 %	10,0 %		Pehrsson (2010)
	43,0 %						DRUID S.65
	71,0 %	100 %		78,0 %			Wille (2010)
Mittelwert	60,8 %	84,4 %	90,0 %	66,5 %	53,5 %	66,7 %	
Vorliegende Arbeit:	70,6 %	100 %		100 %	100 %	33,3 %	
Spezifität Speichel-Serum		55,0 %	55,0 %	93,0 %	83,0 %		Verstraete (2005)
	87,9 %	86,7 %		99,0 %	96,9 %	87,0 %	Pehrsson et al.(2008)
		50,0 %		98,5 %	99,0 %		Pehrsson (2010)
	87,0 %						DRUID S.65
	50,0 %	60,0 %		100 %			Wille (2010)
Mittelwert	75,0 %	62,9 %	55,0 %	97,6 %	93,0 %	87,0 %	
Vorliegende Arbeit:	28,6 %	33,3 %	100 %	40,0 %	50,0 %	100 %	

Tabelle 11: Sensitivitäten und Spezifitäten zu den nachweisbaren Substanzen des Securetec DrugWipe 5/ 5+® in Literaturstudien

Firma/Test	THC			Amphetamine			Metamphetamine			Kokain			Opiate			Benzodiazepine			Literatur
	Cut-off (ng/ml)	Sensitivität	Spezifität	Cut-off (ng/ml)	Sensitivität	Spezifität	Cut-off (ng/ml)	Sensitivität	Spezifität	Cut-off (ng/ml)	Sensitivität	Spezifität	Cut-off (ng/ml)	Sensitivität	Spezifität	Cut-off (ng/ml)	Sensitivität	Spezifität	
Dip Drug Scan 6 Test		98,0%	98,0%		85,0%	98,0%		87,0%	99,0%		100,0%	100,0%		100,0%	97,0%		91,0%	100,0%	A.leino 2011
Direct Elisa kits		99,0%	71,0%		100,0%	88,0%								100,0%	84,0%		96,0%	90,0%	K. M. Kirschbaum 2011
Nal von Minden		97,0%	68,0%		94,0%	51,0%								100,0%	83,0%		100,0%	93,0%	Agius 2011
One step DipDrugscan 6	50	98,8%	97,6%	1000	92,7%	93,9%	500			300			300	100,0%	97,7%	300	85,6%	98,4%	M. Grönholm 2001.
Ontrak TesTcup	50	97,4%	100,0%	1000	97,2%	100,0%				300			300	100,0%	94,3%		100,0%	96,6%	M. Grönholm 2001.
Ontrak TesTcup				1000									300			300			Peace M.R.,
Ontrak Testcup		94,0%	96,0%		95,0%	100,0%					100,0%	100,0%		100,0%	91,0%				A.leino 2011
Ontrak Testcup	100	94,0%	100,0%							300	98,0%	100,0%							Ambruster 1992
Ontrak Teststick	50			1000						300			300						M. Grönholm 2001.
QuickScreen		97,5%	78,5%		90,0%	98,1%								100,0%	95,7%				Peace M.R.,
Rapid Drugscreen		97,5%	92,4%		60,0%	99,4%								100,0%	95,4%				Peace M.R.,
Rapid Test		97,5%	83,3%		63,3%	96,8%								100,0%	92,7%				Peace M.R.,
RapidTest Multicup		88,0%	99,0%		95,0%	100,0%					100,0%	100,0%		88,0%	99,0%		97,0%	97,0%	A.leino 2011
Rapidtest Multidrug	50	91,2%	100,0%	1000	95,3%	100,0%				300			300	87,5%	98,9%	300	97,0%	96,9%	M. Grönholm 2001.
Status DS	50	97,1%	100,0%	1000	90,9%	100,0%				300			2000	100,0%	95,5%				M. Grönholm 2001.
Status DS		97,0%	100,0%		90,0%	100,0%					100,0%	99,0%		100,0%	97,0%				A.leino 2011
Surescreen	50	97,1%	98,8%	1000	93,8%	100,0%	500			300			300	90,0%	97,2%	200	94,1%	97,2%	M. Grönholm 2001.
Surescreen 6		94,0%	99,0%		93,0%	100,0%		89,0%	99,0%		100,0%	100,0%		90,0%	97,0%		95,0%	100,0%	A.leino 2011
Syva Rapid Cup		94,0%	95,0%		91,0%	98,0%		83,0%	100,0%		100,0%	100,0%		100,0%	91,0%				A.leino 2011
Syva Rapid Cup	50	94,7%	100,0%				1000			300			300	100,0%	93,6%				M. Grönholm 2001.
Syva Rapid Test		96,0%	100,0%		95,0%	100,0%					100,0%	98,0%		100,0%	91,0%				A.leino 2011
Syva Rapid test	50	97,8%	100,0%	1000	99,0%	98,0%				300			300	100,0%	96,6%				M. Grönholm 2001.
Triage		90,5%	90,8%		86,7%	94,8%								100,0%	96,0%		100,0%	98,5%	Peace M.R.,
Triage 8	50	97,1%	98,4%	1000	91,8%	98,0%				300			300	100,0%	95,6%	300	95,5%	100,0%	M. Grönholm 2001.
Triage 8		97,0%	97,0%		95,0%	100,0%					100,0%	100,0%		100,0%	96,0%		96,0%	100,0%	A.leino 2011
Mittelwerte		95,7%	94,0%		90,2%	95,9%		86,3%	99,3%		99,8%	99,7%		98,0%	94,3%		95,6%	97,3%	

Tabelle 12: Sensitivitäten und Spezifitäten von Urintests in Literaturstudien

7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Latenzphasen von Drogen in den unterschiedlichen Medien im menschlichen Körper (eigene Darstellung, nach (Madea und Dettmeyer, 2007)) Bitte die Qualität der Innebeschriftung optimieren	25
Abbildung 2: Dräger DrugTest® 5000, Gerät und Display (Quelle: Dräger (2013))	33
Abbildung 3: Testkit der Firma Mavand: Rapid STAT® (Quelle: www.mavand.de)	34
Abbildung 4: Testkit Securetec DrugWipe® (Quelle: www.detection.network.com) wie gesagt, die Innenbeschriftung optimieren	35
Abbildung 5: NAL von Minden Drug-Screen (Quelle: www.mercateo.com).....	36
Abbildung 6: Positive und negative prädiktive Werte des Dräger DrugTest® 5000®	45
Abbildung 7: Positiv und negativ prädiktive Werte des Mavand RapidSTAT®	48
Abbildung 8: Positiv und negativ prädiktive Werte des Securetec DrugWipe®	51
Abbildung 9: Positiv und negativ prädiktive Werte des Urintests Nal von Minden Drug-Screen®	55
Abbildung 10: Sensitivitäten der geprüften Testverfahren; (eig. Darstellung; berücksichtigt wurden ausschließlich Prüfserien mit mindestens 5 Untersuchungen)	57
Abbildung 11: Spezifitäten der geprüften Testverfahren; (eig. Darstellung; berücksichtigt wurden ausschließlich Prüfserien mit mindestens 5 Untersuchungen).....	57

8. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die in der Anlage des § 24 a (2) des StVG aufgeführten berauschenden Mittel, sowie über die von der Grenzwertkommission der Gesellschaft für Toxikologie und forensische Chemie (GTfCh) festgelegten Grenzwerte in ng/ml für die jeweiligen Substanzen (Paul und Mußhoff, 2009)	13
Tabelle 2: Übersicht über die Anzahl, der mit den einzelnen Tests durchgeführten Kontrollen. (Auf Grund unterschiedlicher Test-Kombination, entspricht die Summe der Zeilen 2-3 nicht der Gesamtzahl in Zeile 1.).....	30
Tabelle 3: Cut-Off Werte der drei geprüften Speichel-Testverfahren DrugTest® 5000®, Rapid STAT® und DrugWipe 5/5 +® für die jeweiligen nachzuweisenden Substanzen in ng/ml ((Dräger, 2013), Mavand (2014), (Securetec, 2012)).....	32
Tabelle 4: Vierfeldertafel mit Ergebnismöglichkeiten	38
Tabelle 5: Untersuchungsergebnisse mit dem Speicheltest Dräger DrugTest® 5000	43
Tabelle 6: Untersuchungsergebnisse mit dem Speicheltest Mavand Rapid STAT®	47
Tabelle 7: Untersuchungsergebnisse mit dem Speicheltest Securetec DrugWipe®	49
Tabelle 8: Untersuchungsergebnisse mit dem Urintest NAL von Minden Drug-Screen®	53
Tabelle 9: Sensitivitäten und Spezifitäten zu den nachweisbaren Substanzen des Dräger DrugTest 5000® in Literaturstudien	72
Tabelle 10: Sensitivitäten und Spezifitäten zu den nachweisbaren Substanzen des Mavand RapidSTAT® in Literaturstudien	73
Tabelle 11: Sensitivitäten und Spezifitäten zu den nachweisbaren Substanzen des Securetec DrugWipe 5/ 5+® in Literaturstudien	74

Tabelle 12: Sensitivitäten und Spezifitäten von Urintests in Literaturstudien 75

9. Literaturverzeichnis

ADAC. Drogen im Straßenverkehr: 2012

Beck CE, Vagts DA. Kokain. In: Vagts DA, Hrsg. Suchtmittel in der AINS. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2007: 53-63

Bernhoft IM, Houwing S, Hagenzieker M, Mathijssen R, Bernhoft IM, Hels T, Janstrup K, Linden TV, Legrand SA, Verstraete A. Prevalence of alcohol and other psychoactive substances in drivers in general traffic. DRUID Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines 2011

Berr W, Krause M, Sachs H. Drogen im Straßenverkehrsrecht. Heidelberg, München, Landsberg, Berlin: C.F. Müller Verlag, 2012

BKA. Bundeslagebild Rauschgiftkriminalität 2012. Bundeskriminalamt 2013

Blencowe T, Pehrsson A, Lillsunde P, Vimpari K, Houwing S, Smink B, Mathijssen R, Van der LT, Legrand SA, Pil K, Verstraete A. An analytical evaluation of eight on-site oral fluid drug screening devices using laboratory confirmation results from oral fluid. Forensic SciInt 2010; 208: 173–179

Blencowe T, Vimpari K, Lillsunde P. Benzodiazepine whole blood concentrations in cases with positive oral fluid on-site screening test results using the DrugWipe((R)) single for benzodiazepines. JAnalToxicol. 2011; 35: 349-356

Bundesamt S. Verkehrsunfälle: Unfälle unter dem Einfluss von Alkohol oder anderen berauschenden Mitteln im Straßenverkehr 2012. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, 2013, 36

Bundesamt S. Verkehr; Verkehrsunfälle Oktober 2013. *Fachserie 8, Reihe 7*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, 2014, 39

Burgis E. Intensivkurs Allgemeine und Spezielle Pharmakologie. München: Elsevier GmbH, 2008: 11-12

Charité, 2013: Rechtsmedizin; Forensische Toxikologie. http://remed.charite.de/institut/forensische_toxikologie/ (Zugriffsdatum: 12.03.2013)

Concheiro M, de CA, Quintela O, Cruz A, Lopez-Rivadulla M. Confirmation by LC-MS of drugs in oral fluid obtained from roadside testing. Forensic SciInt. 2007; 170: 156-162

Dejure, 2014: Haaranalyse.
<http://dejure.org/dienste/vernetzung/rechtsprechung?Text=11%20CS%2002.1131>
 (Zugriffsdatum: 26.04.2014)

Dekant WV, Vamvakas S. Toxikologie Eine Einführung für Chemiker, Biologen und Pharmazeuten. München: Spektrum Akademischer Verlag, 2005

Dierich O, Soyka M. Speichel als alternatives Untersuchungsmaterial zur Drogenanalytik mittels Immunoassay: Ein Vergleich zu verschiedenen Nachweisverfahren im Urin in drogentherapeutischen Einrichtungen. 2007

Dräger, 2013: Dräger DrugTest[®] 5000 Test Kit
http://www.draeger.net/media/10/08/41/10084108/DrugTest_test_kits_pi_en_us.pdf
 (Zugriffsdatum: 25.02.2014)

DRUID. Analytical evaluation of oral fluid devices and preceding seletin procedures; 6th Framework Program. Deliverable 3.2.2 Revision 20. 2010

Dyckmans M. Drogen- und Suchtbericht. Drogenbeauftragte Bundesregierung 2013, 33-49

EMCDDA. Europäischer Drogen Bericht Luxemburg: Europäische Beobachtungsstelle für Drogen und Drogensucht, 2013

Ettmüller K. Evaluation von immunchemischen Testverfahren für das" Roadside Testing" von Missbrauchsdrogen im Speichel, 2011

Felgenhauer N, Zilker T. Intoxikation mit Amphetaminen und Designer-Drogen. Der Internist. 1999; 40: 617-623

Garg U. Hair, oral fluid, sweat, and meconium testing for drugs of abuse. In: Dasgupta A, Hrsg. Handbook of drug monitoring methods. Totowa, New Jersey: Human Press Inc, 2008: 337-364

Graefe KH. Zentrales Nervensystem. In: Graefe KH, Lutz WK, Bönisch H. Duale Reihe Pharmakologie und Toxikologie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG, 2011: 278-280

Grönholm M, Lillsunde P. A comparison between on-site immunoassay drug-testing devices and laboratory results. Forensic ScInt. 2001; 121: 37-46

Guolao J, Götz W. Europäischer Drogen Bericht 2013. Luxemburg: Europäische Beobachtungsstelle für Drogen und Drogensucht, 2013

GTFCh. Anhang A zur Richtlinie zur Qualitätssicherung (Spez. Analyten), Version 01. Gesellschaft für Toxikologi und forensische Chemie, 2009

Haasen C, Prinzleve M, Zurhold H, Schmolke R, Ilse J. Körperliche und psychische Folgen des Kokain-und Crackkonsums. Suchttherapie. 2002; 3: 2-7

Herdegen T. Pharmakologie und Toxikologie. Stuttgart: Thieme Verlag, 2008

Himmelreich K. Handbuch des Fachanwalts - Verkehrsrecht. Luchterhand, 2006

Huestis MA, Verstraete A, Kwong TC, Morland J, Vincent MJ, de la TR. Oral-Fluid Testing: Promises and Pitfalls. ClinChem. 2011; 57: 805-810

Kintz P, Bernhard W, Villain M, Gasser M, Aebi B, Cirimele V. Detection of cannabis use in drivers with the drugwipe device and by GC-MS after Intercept[®] device collection. Journal of analytical toxicology. 2005; 29: 724-727

Kraus L, Pabst A, Gomes de Matos E, Komma Piontek D. Kurzbericht Epidemiologischer Suchtsurvey 2012. Tabellenband: Prävalenz des Konsums illegaler Drogen, multipler Drogenerfahrung und drogenbezogener Störungen nach Geschlecht und Alter im Jahr 2012. München: IFT, 2014.

Madea B, Dettmeyer R. Basiswissen Rechtsmedizin. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2007

Madea B, Musshoff F, Berghaus G. Verkehrsmedizin. Fahreignung, Fahrsicherheit, Unfallrekonstruktion. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 2012

Marquardt HS, Schäfer S. Lehrbuch der Toxikologie. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, 2004

Mavand, 2012: RapidSTAT Kurzanleitung. http://www.mavand.de/fileadmin/redaktion/rapid-stat/Kurzanleitung_Rapid_STAT_6-er_Test.pdf (Zugriffsdatum: 25.02.2014)

Mavand, 2014: Newsletter: Rapid STAT - Hochsensitiver Nachweis von THC in Saliva! http://www.mavand.de/fileadmin/redaktion/newsletter/0023_Newsletter_07_Senit_THC_0909-MV-0303-02.pdf (Zugriffsdatum: 25.02.2014)

Musshoff F, Madea B. Fahrunsicherheit durch Drogen und Medikamente. Rechtsmedizin. 2006; 16: 88-107

Musshoff F, Madea B. Alkohol, Medikamente und Drogen im Strafrecht. In: Himmelreich K, Hrsg. Handbuch des Fachanwalts, Verkehrsrecht. Köln: Wolters Kluwer Deutschland GmbH Luchterhand, 2012

NalvonMinden, 2011: Ihr Partnern in der Drogenanalytik. http://www.nalvonminden.com/uploads/tx_sbdownloader/d_drug_screen_overview_44seiten_2802201_1_02.pdf (Zugriffsdatum: 25.02.2014)

Niebergall H. Opiate. In: Vagts DA, Hrsg. Suchtmittel in der AINS. Berlin-Heidelberg: Springer, 2007: 29-50

Nieddu M, Burrari L, Trignano C, Boatto G. Evaluation of commercial multi-drug oral fluid devices to identify 39 new amphetamine-designer drugs. Legal Medicine 2013; 16: 106-109

Pain A. Validität immunchemischer Screeningtests bei der Überwachung Drogenabhängiger. Gießen 2005

Pehrsson A, Blencowe T, Vimpari K, Impinen A, Gunnar T, Lillsunde P. Performance evaluation of the DrugWipe((R)) 5/5 (+) on-site oral fluid screening device. IntJLegal Med. 2010; 125: 675-683

Pehrsson A, Blencowe T, Vimpari K, Langel K, Engblom C, Lillsunde P. An evaluation of on-site oral fluid drug screening devices DrugWipe 5+ and Rapid STAT using oral fluid for confirmation analysis. JAnalToxicol. 2011; 35: 211-218

Pehrsson A, Gunnar T, Engblom C, Seppa H, Jama A, Lillsunde P. Roadside oral fluid testing: comparison of the results of drugwipe 5 and drugwipe benzodiazepines on-site tests with laboratory confirmation results of oral fluid and whole blood. Forensic SciInt. 2008; 175: 140-148

Penning R. Rechtsmedizin systematisch. Bremen: Uni-Med Verlag Ag, 2007

Riemenschneider S. Fahrunsicherheit oder Blutalkohol als Merkmal der Trunkenheitsdelikte- zugleich ein Beitrag zur Rechtsentwicklung. Berlin: Dunker&Humboldt, 1999

Röhrich J, Zornlein S, Becker J, Urban R. Detection of Delta9-tetrahydrocannabinol and amphetamine-type stimulants in oral fluid using the Rapid Stat point-of-collection drug-testing device. JAnalToxicol. 2010; 34: 155-161

Schmidthausen RM. Optimierung laborinterner Cut-off-Werte für die immunchemische Vortestung auf Amphetamine und Cannabinoide im forensischen Labor. Bonn 2011

Schramm W, Smith RH, Craig PA, Kidwell DA. Drugs of abuse in saliva: a review. *JAnalToxicol*. 1992; 16: 1-9

Schutz H. Drogenscreening mit Immunoassays. *Pharmazie in unserer Zeit*. 1999; 28: 320-328

Schwartz RH, Miller NS. MDMA (ecstasy) and the rave: a review. *Pediatrics*. 1997; 100: 705-708

Sercuretec, 2012: DrugWipe®5S Instructions for Use. http://www.securetec.net/cms/upload/Produkte/DrugWipe/Drugwipe_Salivatest_S502G_Instructions_70074_v05_EN_Email.pdf (Zugriffsdatum: 25.02.2014)

Starke AFH. *Allgemeine und Spezielle Pharmakologie* München: Elsevier GmbH, 2009

Strano-Rossi S, Castrignanò E, Anzillotti L, Serpelloni G, Mollica R, Tagliaro F, Pascali JP, di Stefano D, Sgalla R, Chiarotti M. Evaluation of four oral fluid devices (DDS®, DrugTest® 5000®, Drugwipe 5+® and RapidSTAT®) for on-site monitoring drugged driving in comparison with UHPLC-MS/MS analysis. *Forensic SciInt*. 2012; 221: 70-76

Toennes SW, Kauert GF, Steinmeyer S, Moeller MR. Driving under the influence of drugs - evaluation of analytical data of drugs in oral fluid, serum and urine, and correlation with impairment symptoms. *Forensic SciInt*. 2005; 152: 149-155

Toennes SW, Schneider K, Wunder C, Kauert GF, Moeller MR, Theunissen EL, Ramaekers JG. Influence of ethanol on the pharmacokinetic properties of δ -tetrahydrocannabinol in oral fluid. *JAnalToxicol*. 2013; 37: 152-158

Triebig G. *Biomonitoring in der Umwelt und Arbeitsmedizin: Orientierungshilfe für Ärzte in Praxis, Klinik und Betrieb*. Heidelberg: ecomed MEDIZIN, 2012.

Vanstechelman S, Isalberti C, Van der Linden T, Pil K, Legrand SA, Verstraete AG. Analytical Evaluation of Four On-Site Oral Fluid Drug Testing Devices. *JAnalToxicol*. 2012; 36: 136-140

Verster JC, Mets MA. Psychoactive medication and traffic safety. *International journal of environmental research and public health*. 2009; 6: 1041-1054

Verstraete AG. Oral fluid testing for driving under the influence of drugs: history, recent progress and remaining challenges. *Forensic SciInt*. 2005; 150: 143

Verstraete AG, Raes E. ROSITA 2 Final report. Gent 2006

Wille SM, Samyn N, Ramirez-Fernandez MM, De BG. Evaluation of on-site oral fluid screening using Drugwipe-5(+), RapidSTAT and Drug Test 5000 for the detection of drugs of abuse in drivers. *Forensic SciInt.* 2010; 198: 2-6

10. Danksagung

Diese Arbeit entstand im Institut für Rechtsmedizin und forensische Toxikologie der Universität Bonn unter der Leitung von Herrn **Prof. Dr. rer. nat. Frank Mußhoff**, dem ich für die Überlassung des Themas und die fortwährende Unterstützung sehr danke.

Ganz besonders danken möchte ich meinen Eltern **Maria Große Hokamp** und **Prof. Dr. agr. Heinrich Große Hokamp**. Durch ihren Rückhalt und ihre liebevolle Unterstützung legten sie sowohl die Grundsteine für den Erfolg dieser Arbeit als auch meines gesamten Medizinstudiums.

Mein herzlicher Dank gilt ebenfalls meinen Freunden insbesondere Frau **Katharina Hellwig** für ihre Anleitungen und Ratschläge zum wissenschaftlichen Arbeiten, Frau **Anne Zaremba** die mir bei der englischsprachigen Formulierung des Papers eine große Stütze war und **Ulrich Matthias Walter** für die Anleitung in der statistischen Auswertung der Daten.