

**Aus dem Bereich Theoretische Medizin und Biowissenschaften
der Medizinischen Fakultät
der Universität des Saarlandes, Homburg/Saar**

**Evaluation von immunchemischen Testverfahren für das
„Roadside Testing“ von Missbrauchsdrogen in Speichel**

*Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES
2009*

vorgelegt von: Katrin Ettmüller
geb. am: 10.03.1981 in Heidelberg

Meinen Eltern gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung und Summary	5
1.1 Zusammenfassung	5
1.2 Summary	6
2. Allgemeiner Teil	9
2.1 Einleitung	9
2.2 Fragestellung	22
3. Material und Methodik	24
3.1 Verwendete Speichel-Vortests	24
3.1.1 On-Site OraLab®	25
3.1.2 Dräger DrugTest®	27
3.1.3 OralStat®	29
3.1.4 BIOSENS® Biolab	30
3.2 Speichelproben	32
3.3 Probenvorbereitung	33
3.3.1 Chemikalien und Geräte:	33
3.3.2 Interne Standards	38
3.3.3 Standard für untersuchte BTM	39
3.3.4 Oral Fluid Negative Calibrator	40
3.3.5 Oral Fluid Negative Control	40
3.4 GC-MS Methode zur Identifizierung und Bestimmung von Cannabinoiden, Betäubungsmitteln und deren Metaboliten in Speichel	41
3.5 GC-MS Auswertung	42
3.6 Enzymimmunoassay (EIA) Serumproben	44
3.7 Sensitivität und Spezifität	45
3.8 Positiv (PPW) und Negativ prädiktiver Wert (NPW)	45
3.9 Genauigkeit	46
4. Ergebnisse	47
4.1 Methodenoptimierung	47
4.1.1 Vergleichbarkeit der Speicheltests	47
4.1.2 Parameter Derivatisierungstemperatur	49
4.2 Ergebnisse der untersuchten Speicheltests	50
4.2.1 OraLab®	52
4.2.2 Dräger DrugTest®	54
4.2.3 OralStat®	56
4.2.4 BIOSENS® Biolab	58
4.3 Qualitätsparameter der einzelnen Tests	60
4.3.1 OraLab®	60
4.3.2 Dräger DrugTest®	60
4.3.3 OralStat®	61
4.3.4 BIOSENS® Biolab	61
4.4 Vergleichbarkeit der Analyseergebnisse in Speichel und Blut	66
4.4.1 OraLab® - Vergleich der GC-MS Speichel-Ergebnisse mit den EIA Blut- Ergebnissen	68
4.4.2 Dräger DrugTest® - Vergleich der GC-MS Speichel-Ergebnisse mit den EIA Blut-Ergebnissen	68
4.4.3 OralStat® - Vergleich der GC-MS Speichel-Ergebnisse mit den EIA Blut- Ergebnissen	68

4.4.4 BIOSENS® Biolab - Vergleich der GC-MS Speichel-Ergebnisse mit den EIA Blut-Ergebnissen	69
4.4.5 OraLab® - Vergleich der GC-MS Speichelergebnisse mit den GC-MS Blutergebnissen	73
4.4.6 Dräger DrugTest® - Vergleich der GC-MS Speichelergebnisse mit den GC-MS Blutergebnissen	73
4.4.7 OralStat® - Vergleich der GC-MS Speichelergebnisse mit den GC-MS Blutergebnissen	74
4.4.8 BIOSENS® Biolab - Vergleich der GC-MS Speichelergebnisse mit den GC-MS Blutergebnissen	74
4.5 Gesamtvergleich der GC-MS Speichelergebnisse mit den GC-MS Blutergebnissen im Überblick	80
5. Diskussion	83
5.1 Vergleichbarkeit der Speicheltests	83
5.1.1 OraLab®	84
5.1.2 Dräger DrugTest®	90
5.1.3 Oralstat®	98
5.1.4 BIOSENS® Biolab.....	101
5.2 Vergleichbarkeit der Speichelergebnisse mit den Serumergebnissen	103
6. Literaturverzeichnis	108
7. Publikationen/Dank	110
8. Lebenslauf.....	112
9. Anhang: „Torkelbogen“	113

1. Zusammenfassung und Summary

1.1 Zusammenfassung

Im Verlauf der letzten Jahre hat die Bedeutung des Deliktfeldes Drogen eine neue Bedeutung erhalten und ist zu einer zunehmenden Gefahr für die Verkehrssicherheit geworden. Besonders der stark ansteigende Konsum von Cannabis und Amphetaminen wirkt sich auf die Fahrleistungen der Konsumenten aus. Da der illegale Konsum von Drogen am Steuer eine sowohl straf- als auch verkehrsrechtliche Verfolgung bewirken kann, ist eine zuverlässige Methode zur Verdachtserkennung und späteren Bestätigungsanalytik notwendig.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde untersucht, inwieweit verschiedene „roadside“ („Vor-Ort“) Testsysteme zur Verdachtsgewinnung geeignet sind. Sämtliche verwendeten Vortests benutzten Speichel als Testmatrix. Als zu detektierende Substanzen berücksichtigen die Testsysteme Cannabinoide, Amphetamin, Methamphetamin/Designerdrogen, Opiate, Cocain und in den USA zusätzlich Phencyclidin.

Die Tests wurden vor Ort von geschulten Polizeibeamten ausgewertet. Im weiteren Verlauf erfolgte im Institut für Rechtsmedizin der Universitätskliniken des Saarlandes die Bestätigungsanalytik. Die zusätzlich zur Speichelprobe entnommenen Blutproben wurden zunächst mittels Enzymimmunoassay analysiert. Wenn ein positives Ergebnis im Sinne eines Drogenkonsums vorlag, wurde zusätzlich noch eine Bestätigungsanalytik mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) im Serum durchgeführt.

Neben der Eignung der Vortests wurde auch die Matrix Speichel im Vergleich mit Blut näher untersucht. Dazu wurden die Analyten in den Speichelproben nach Gewinnung aus den einzelnen Testsystemen mittels Festphasenextraktion isoliert. Die Extrakte wurden zur Derivatisierung silyliert und ebenfalls mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie im „Selected Ion Monitoring“ (SIM) – Modus analysiert.

Im Anschluss wurden sowohl für die Vortestsysteme als auch für den Vergleich von Speichel und Blut die Qualitätsparameter Sensitivität, Spezifität, Positiv prädiktiver Wert, Negativ prädiktiver Wert und Genauigkeit ermittelt.

Die Auswertung der unterschiedlichen Testsysteme führte unter Berücksichtigung von Handhabung und Zuverlässigkeit zu dem Schluss, dass diese überarbeitet werden müssen. Keines der untersuchten Systeme erfüllte die erforderlichen Erwartungen, die konsumierten Drogen zuverlässig aufzudecken. Somit konnte eine Freigabe für den Einsatz „vor Ort“ noch nicht erteilt werden.

Die Analyseergebnisse des Vergleichs von Speichel mit Blut fielen jedoch sehr vielversprechend aus. Der Speichel zeigt einen kurzzeitig zurückliegenden Drogenkonsum vergleichbar gut wie das Blut an. Es gibt zwar zwischen den beiden Matrices einige Unterschiede hinsichtlich der detektierten Substanzen. Aber grundsätzlich ist sowohl im Blut als auch im Speichel anhand der Substanz selbst oder ihrer Metaboliten ein Nachweis der in Deutschland am häufigsten konsumierten illegalen Drogen möglich. Im Gegensatz zum Urin besteht mit Speichel weiterhin die Möglichkeit, einen aktuellen oder erst kurz zuvor erfolgten Drogenkonsum aufzuzeigen. Es ist zu erwarten, dass der Speichel aufgrund des steigenden Konsums von illegalen Drogen im Straßenverkehr in Zukunft noch an Bedeutung als Testmatrix gewinnen wird.

1.2 Summary

“Evaluation of immuno-chemical testing procedures in "roadside-testing“ for illegal-drugs in saliva”

During the last few years the significance of illicit drugs has enormously increased, and furthermore has become a serious impact on road safety. Especially the increase in prevalence of cannabis and amphetamine consumption affects the driving performance of the user. Consumption of drugs before driving may lead to impairment and finally to prosecution. Therefore, a reliable method for detection of suspects, as well as in the later step, a reliable confirmation analysis is needed.

Within the scope of this thesis, several testing devices for gathering evidence as “on-site”-tests were evaluated concerning their suitability for this task. All of the applied tests utilized oral fluid as test-matrix. The test devices detect cannabinoids, amphetamine, methamphetamine/designer drugs, opiates, cocaine and in the US additionally phencyclidine.

All tests were evaluated on-site by skilled police officers. The follow-up confirmation analysis took place at the Institute of Legal Medicine of the Saarland University Hospital. The blood samples taken in addition to the oral fluid samples were initially analyzed using enzyme immunoassays (EIA). As far as the outcome had been positive in terms of drug consumption, an additional confirmation analysis was conducted using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Besides the suitability of the test devices, also the correlation of oral fluid results and blood results was examined. For that purpose, the analytes in the oral fluid samples were extracted from the sampling devices and then isolated using solid-phase-extraction. For derivatization of the samples silylation was used. Analysis was performed using GC-MS in the selected ion monitoring (SIM)-mode. For the test devices, as well as for the comparison of oral fluid and blood, quality parameters, such as sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value and Accuracy were determined. As far as handling and reliability is concerned, the evaluation of the different test systems lead to the conclusion that the systems need to be revised.

None of the investigated test systems met the required expectations regarding a reliable detection of consumed drugs. Therefore an approval for the usage "on-site" cannot be issued. Contrary to the tested systems, the results of the oral fluid and serum comparisons are encouraging. Oral fluid reflects the drug consumption comparable to the serum. There are a couple of differences between both matrices in consideration to the substances detected, which is due to different ways of metabolism. Generally a detection of main substances consumed in Germany is possible using serum as well as saliva on the basis of the substance itself or its metabolites. Oral fluid in comparison to urine gives the chance to detect a current or recent drug consumption. It is to be expected, that the importance of oral fluid as a test matrix will increase in the future, as the consumption of illegal drugs in road traffic steadily increases.



2. Allgemeiner Teil

2.1 Einleitung

Im Verlauf der letzten Jahre ist die Bedeutung des **Deliktfeldes Drogen im Straßenverkehr** kontinuierlich gestiegen. Dies belegen die jährlich steigenden Zuwächse von festgestellten Fahrten unter Drogeneinfluss. Während in den Jahren von 2000 bis 2004 ein Rückgang der Verkehrsunfälle um 3,9 Prozent zu beobachten ist, zeigte sich jedoch bei polizeilich registrierten Unfällen unter Drogeneinfluss ein Anstieg von 61,5 Prozent in den vergangenen fünf Jahren. Dies bedeutet, dass bei etwa jedem 650. Unfall am Gesamtunfallaufkommen eine Drogenbeeinflussung von mindestens einem Beteiligten eine wesentliche Rolle spielte. Berücksichtigt man den Einfluss von Drogen bei Unfällen mit Personenschaden, zeigte sich hier in den Jahren 2000 bis 2004 eine Zunahme um 72,6 Prozent, d.h., dass Drogen jeden 225. Unfall mit Personenschaden mit verursachten (Projektgruppe "Drogen im Straßenverkehr" des UA FEK, 2005).

Bei einer in Frankreich in den Jahren 2003 und 2004 durchgeführten Studie waren Blutproben von unter 30-jährigen Fahrern abgenommen worden, die bei einem Verkehrsunfall ums Leben gekommen waren. Insgesamt wurden 2003 Blutproben berücksichtigt. Bei 39,6 Prozent der Fälle wurde positiv auf Cannabinoide getestet. Davon war bei 28,9 Prozent der aktive Wirkstoff Tetrahydrocannabinol (THC) nachweisbar. Bei einer bereits drei Jahre zuvor durchgeführten Studie war THC nur bei 16,9 Prozent der tödlich verunglückten Fahrer zu finden (Mura, 2005). Diese Beobachtungen aus Frankreich bestätigen die deutschen Zahlen. Insgesamt zeigt sich also ein deutlicher Konsumanstieg bei illegalen Drogen und damit verbunden ein deutlicher Gefahrenzuwachs im Straßenverkehr.

Die hierbei am häufigsten konsumierte illegale Droge ist **Cannabis**. Insbesondere bei Personen im Alter zwischen zwölf bis 25 Jahren sinkt die Hemmschwelle, Cannabisprodukte zu konsumieren. Laut aktuellem Suchtbericht der Bundesregierung (Drogenbeauftragte der Bundesregierung; Sabine Bätzing, 2007) haben über ein Viertel der Jugendlichen bereits illegale Drogen probiert (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA), 2006). Dies wird unter anderem auch durch die Tatsache verdeutlicht, dass bei Rauschgiftdelikten in

Zusammenhang mit Cannabis im Jahr 2004 ein Drittel der Tatverdächtigen unter 21 Jahre war (Bundeskriminalamt, 2005). Bundesweit haben insgesamt etwa neun Millionen Bürger Erfahrung mit Cannabinoiden.

Weitere relevante illegale Drogen sind Amphetamine und davon abgeleitete Designerdrogen, wie etwa Ecstasy. Insgesamt ist die Anzahl der polizeilich registrierten Delikte im Zusammenhang mit dieser Stoffgruppe mit sieben Prozent bei den Amphetaminen beziehungsweise mit vier Prozent bei Ecstasy relativ gering. Jedoch ist gerade bei dieser Substanzklasse sehr häufig ein Mischkonsum mit Cannabinoiden und Alkohol zu beobachten (Projektgruppe "Drogen im Straßenverkehr" des UA FEK, 2005). Bei Amphetaminen/Methamphetaminen war in den letzten vier Jahren ein deutlicher Anstieg der registrierten Fälle zu verzeichnen (im Jahr 2005 ein Anstieg um 13 Prozent). Dagegen zeigte sich bei Ecstasy ein Rückgang der Fälle um sechs Prozent allein im Jahr 2005 (Drogenbeauftragte der Bundesregierung; Sabine Bätzing, 2006). Während Cannabis in der Altersgruppe der 18- bis 59-Jährigen bereits von einem Viertel mindestens einmal konsumiert wurde, haben dagegen nur bis zu drei Prozent dieser Gruppe Erfahrungen mit Amphetaminen, Ecstasy, LSD, Cocain oder halluzinogenen Pilzen. Heroin und Crack konsumieren gar nur 0,6 beziehungsweise 0,4 Prozent (Bundeskriminalamt, 2005). Besonders beim Erstkonsum von Ecstasy (-20 Prozent) und Heroin (-13 Prozent) zeigte sich im Jahr 2005 eine deutlich rückläufige Tendenz. Ebenfalls waren bei Cocain (-7 Prozent) und LSD (-3 Prozent) eine Reduktion der Fallzahlen zu beobachten (Drogenbeauftragte der Bundesregierung; Sabine Bätzing, 2006).

Mit 19.319 Fällen im Jahr 2006 war bei den **erstauffälligen Konsumenten harter Drogen** ein Rückgang um 3,4 Prozent im Vergleich mit dem Vorjahr zu verzeichnen (Drogenbeauftragte der Bundesregierung; Sabine Bätzing, 2007). 2004 hatte sich hier jedoch mit 18 Prozent noch ein starker Anstieg gezeigt, was in erster Linie mit der drastischen Konsumerhöhung von Amphetaminen um plus 40 Prozent in Zusammenhang stand (Bundeskriminalamt, 2005). Während bei Amphetaminen mit einer Steigerung um 5,3 Prozent der Erstkonsum im Jahr 2006 weiterhin zunahm, war bei dem Konsum der anderen harten Drogen im Vergleich zum Vorjahr ein Rückgang der Fallzahlen zu verzeichnen. Besonders beim Erstkonsum von Ecstasy zeigte sich mit einem Rückgang um fünf Prozent eine deutliche Veränderung zum Vorjahr, wo mit 24 Prozent noch ein deutlicher Anstieg

zu registrieren gewesen war (Drogenbeauftragte der Bundesregierung; Sabine Bätzing, 2007; Drogenbeauftragte der Bundesregierung; Sabine Bätzing, 2006).

Diese Daten geben Hinweis auf einen zunehmenden Konsum illegaler Drogen in Deutschland und bestätigen einen Trend, der seit Mitte der 1980er Jahre in der Allgemeinbevölkerung zu beobachten ist. Wie bereits erwähnt, lässt sich diese Tatsache in erster Linie auf den seit Jahren kontinuierlich ansteigenden Cannabiskonsum und neuerdings auch auf den steigenden Gebrauch von Amphetaminen zurückführen. Die aktuellsten Studien zur Testung geeigneter Speichelvortests bestätigen ebenfalls diese Beobachtungen (Toennes, et al., 2005).

Die steigende Präsenz von illegalen Drogen in der Bevölkerung, häufig kombiniert mit sogenannten legalen Drogen wie Alkohol, werden immer mehr zu einem beachtlichen **Risiko im Straßenverkehr**. Laut Unfallstatistik trägt die Altersgruppe der 18- bis 24-Jährigen jährlich mit knapp über 1.500 Verkehrstoten und 100.000 Verletzten das größte Risiko, in einem Verkehrsunfall zu sterben oder schwere Verletzungen zu erleiden. Ein Großteil dieser Unfälle ereignet sich am Wochenende nach einem Discobesuch oder einer großen Veranstaltung im Zusammenhang mit dem Konsum von Drogen und Alkohol (Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V., 2004).

Das **Führen eines Fahrzeuges** ist eine komplexe Aufgabe, die zu jeder Zeit die volle Aufmerksamkeit des Fahrers erfordert. Er muss eine Vielzahl von Informationen und Gefahren registrieren, verarbeiten und entsprechend schnell reagieren. Jede Substanz, die die Reaktionsfähigkeit und Auffassungsgabe des Fahrers herabsetzt, wirkt sich negativ auf das Fahrverhalten aus und erhöht die Risikobereitschaft. Dies zeigt sich besonders nach Einnahme von Amphetaminen und Ecstasy. Hier werden oft riskante Überholmanöver, überhöhte Geschwindigkeit und eine generelle Überschätzung der eigenen Fahrfähigkeit beobachtet. Allein durch die zum Teil sehr unterschiedlichen pharmakologischen Wirkprofile der einzelnen Substanzen, auf die jede Person ihrer Konstitution entsprechend reagiert, kann keine einheitliche Aussage über die Beeinflussung des Fahrverhaltens getroffen werden. Zu einer absolut nicht mehr kalkulierbaren Gefahr kommt es dann aber bei Mischkonsum von mehreren Drogen, eventuell noch in Kombination mit Alkohol. Die hierbei auftretenden, komplexen Wechselwirkungen erhöhen die bei dem Konsum einer Droge ohnehin schon

bestehenden Risiken um ein Vielfaches. Auch wenn der Anteil der polizeilich registrierten Unfälle unter Drogeneinfluss in den vergangenen fünf Jahren um 61,5 Prozent gestiegen ist, stellt die **Erfassung von Drogen im Straßenverkehr** nach wie vor ein großes Problem dar. Dieser Anstieg ist in erster Linie auf die erhöhte Aufmerksamkeit der Polizeibeamten zurückzuführen, die in den letzten Jahren verstärkt in Hinsicht auf dieses Deliktfeld geschult worden sind. Laut Drogen- und Suchtbericht der Bundesregierung über das Jahr 2005 (Drogenbeauftragte der Bundesregierung; Sabine Bätzing, 2006) wurden rund zwei Drittel der Polizeikräfte durch ein von der Bundesanstalt für Straßenwesen entwickeltes Schulungsprogramm „Drogenerkennung im Straßenverkehr“ ausgebildet und somit entsprechend sensibilisiert.

Dennoch gibt es im Bereich von Drogen im Straßenverkehr nach wie vor ein großes Dunkelfeld. Man geht davon aus, dass nur eine von 1.000 Drogenfahrten polizeilich festgestellt wird (Projektgruppe "Drogen im Straßenverkehr" des UA FEK, 2005). Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass ein allgemein bekanntes Erkennungsmerkmal, wie beispielsweise der alkoholtypische Geruch bei Alkoholmissbrauch, bei dem Konsum illegaler Drogen fehlt beziehungsweise nur schwer erkannt werden kann. Es gibt zwar spezifische Ausfallerscheinungen, wie veränderte Pupillenreaktionen, unsicherer Gang etc., auf die im polizeilichen Protokoll (siehe Anhang) eingegangen wird. Jedoch reagieren die Konsumenten hinsichtlich der körperlichen Auswirkungen äußerst komplex und weisen gelegentlich überhaupt keine Symptome auf, die es möglich machen, eine akute Drogenbeeinflussung zu vermuten.

Laut einer vom ADAC durchgeführten Studie sollen zwölf Prozent der Personen im Alter zwischen 18 und 24 Jahren eine illegale Droge konsumiert haben. Berücksichtigt man die Tatsache, dass knapp 90 Prozent dieser Altersgruppe im Besitz der Fahrerlaubnis sind, bedeutet dies, dass schätzungsweise 720.000 Personen der Zielgruppe „junge Fahrer“ regelmäßig unter Drogeneinfluss am Straßenverkehr teilnehmen (Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V., 2001). Bestätigt wird diese Einschätzung durch eine Studie von Kubitzki, die auf einer anonymen, milieunahen Befragung basiert. Hierbei gaben 14 Prozent zu, bereits einen Unfall unter unentdecktem Drogeneinfluss gehabt zu haben. Des Weiteren stellte sich heraus, dass 94 Prozent der Personen regelmäßig nach Drogenkonsum mit dem Auto fahren, rund dreieinhalb-mal im Monat. Rund ein

Viertel der Befragten fährt sogar praktisch täglich unter bestehendem Drogeneinfluss (Kubitzki, Jörg; Forschungsgemeinschaft Auto-Sicht-Sicherheit, Aachen, 2001).

Auch wenn Cannabis in der Allgemeinbevölkerung als „weiche“ Droge verstanden wird und die **Gefahren** häufig unterschätzt werden, beeinflussen auch Cannabinoide neben den sogenannten harten Drogen, wie Heroin, Cocain, Amphetaminen und Ecstasy, deutlich die kognitiven und psychomotorischen Funktionen des Konsumenten. Neben dem Risiko, eine psychische und bei Heroin auch eine physische Abhängigkeit zu entwickeln, kann wohl auch bei nur einmaligem Drogenkonsum eine vorhandene latente Schizophrenie ausgelöst werden (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA), 2006). Weiterhin können bereits geheilte Psychosen reaktiviert werden und betroffene Personen in dauerhafte psychotische Zustände versetzen. Der genaue Mechanismus ist jedoch noch nicht geklärt. Es wird davon ausgegangen, dass bei der Entstehung einer Cannabispsychose (1,2 Prozent der Konsumenten sind gefährdet) ein Zusammenhang zwischen einem sehr frühen Konsumbeginn (Drogenbeauftragte der Bundesregierung; Sabine Bätzing, 2007) und einer Mutation des COMT-Gens (Katechol-O-Methyl-Transferase) besteht. Besonders bei LSD besteht die Gefahr einer dauerhaften Schädigung (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften, 2004).

Die einzelnen Symptome, sowohl in vermeintlich „positiver“ als auch negativer Hinsicht verdeutlichen noch einmal die Risiken, die beim Konsum illegaler Drogen im Straßenverkehr nachweislich bestehen. Während die Konsumenten bei den meisten Drogen nur während des Rauschzustandes und eventuell wenige Stunden danach zum Führen eines Fahrzeugs ungeeignet sind, kann man bei Heroin dagegen davon ausgehen, dass durch den meist kontinuierlichen Konsum eine generelle Fahruntüchtigkeit besteht.

Bei **Cannabis** hängen die sich entwickelnden Wirkungen in erster Linie von der Grundstimmung ab. Auf der einen Seite kann sich ein Gefühl der inneren Ruhe und Ausgeglichenheit einstellen, verbunden mit vermindertem Antrieb und der Tendenz zur Passivität. Möglich ist aber auch eine ausgesprochene Heiterkeit mit gesteigerter Kommunikationsfähigkeit. Akustische und visuelle Sinneswahrnehmungen werden oft intensiviert. Diesen Wirkungen, die sich die Konsumenten erwünschen, stehen auf der anderen Seite aber die negativen Effekte gegenüber,

wie Denkstörungen, verminderte Konzentration und Aufmerksamkeit, Erleben von Illusionen und Verkennungen. Als atypische Wirkungen werden niedergedrückte Stimmung, gesteigerter Antrieb, Unruhe, Angst und Panik empfunden. Selbst Wahnvorstellungen sind möglich, wenn auch nur selten. Hypertone Zustände, gesteigerte Herzfrequenz, Augenrötung und Vomitus sind mögliche körperliche Effekte (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA), 2006).

Die **Amphetamine und ihre Derivate** werden entsprechend ihrer unterschiedlichen Wirkungsweisen in verschiedene Gruppen aufgeteilt.

Die Gruppe der **Psychostimulantien**, zu der Amphetamin und Methamphetamin zählen, erregt das zentrale Nervensystem (ZNS), regt die Gefühls-, Stimmungs- und Erlebniswelten an und verändert diese. Konzentrations- und Leistungsfähigkeit nehmen zu, Schlafbedürfnis und Hungergefühl werden unterdrückt. Es kann zu Tachykardie, Hypertonie und Hyperthermie kommen (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA), 2006).

Die **Entaktogene** (MDMA (Ecstasy), MDA, MDE) erregen ebenfalls das ZNS, steigern den Antrieb und lösen starke psychotrope Effekte im Bereich der Emotionen aus. Es stellt sich ein inneres Glücksgefühl und eine friedliche Selbstakzeptanz ein. Visuelle und akustische Eindrücke werden intensiviert. Nach abklingender Wirkung kommt es zu einem Zustand körperlicher Erschöpfung, unter Umständen begleitet von Schlaf- und Konzentrationsstörungen, Depressionen und Angstzuständen (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA), 2006).

Halluzinogene (LSD, PCP, Ketamin) können akustische und optische Halluzinationen hervorrufen. Somit wirken sie ebenfalls erregend auf das ZNS. Sie rufen in erster Linie Sinnestäuschungen hervor und bewirken eine Veränderung des Denkens und der Stimmung. Als typische Wirkung wird das sogenannte Gedankenspringen beobachtet (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA), 2006).

Cocain verstärkt die Wiederaufnahme der Neurotransmitter Dopamin, Serotonin und Noradrenalin in die präsynaptischen Speichervesikel und führt durch die längere Verweildauer im synaptischen Spalt zu einer verlängerten Wirkung an der postsynaptischen Membran. Dadurch kommt es zu der typischen aufputschenden Wirkung. Es wird eine gesteigerte Wachheit und eine gehobene, euphorische Stimmung wahrgenommen. Das Selbstwertgefühl wird erhöht und soziale

Hemmungen sinken. Der Körper wird insgesamt auf eine höhere Leistungsfähigkeit eingestellt. Es werden ihm aber nur Reserven entzogen und keine neue Energie zugeführt. Als körperliche Symptome werden Hyperthermie, Tachykardie und Hypertonie beobachtet. Zerebrale Krampfanfälle, Bewusstseinsstörungen bis hin zum Koma, Kreislaufversagen und Myokardinfarkt sind weitere mögliche Erschöpfungssymptome. Typisch ist weiterhin der phasenhafte Verlauf der Rauschwirkung. Neben den als positiv empfundenen Auswirkungen kann es im abklingenden Zustand der Euphorie zu paranoid-halluzinatorischen Zuständen mit optischen und akustischen Täuschungen kommen. Niedergeschlagenheit und besonders Müdigkeit und Erschöpfung, die den Konsumenten stark beeinträchtigen, kennzeichnen das Ende des Rauschzustandes und stellen ein Spiegelbild der erwünschten Wirkung dar. Regelmäßiger Cocainkonsum führt zu langfristigen schwerwiegenden Veränderungen der körperlichen Integrität und der Psyche (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA), 2006).

Opiate wirken in der Regel beruhigend, entspannend und schmerzlindernd, gleichzeitig mindern sie jedoch das Bewusstsein und lösen eine starke Euphorie aus. Die geistige Aktivität wird gedämpft und negative Empfindungen verschwinden. Hierbei entwickelt sich nicht nur eine psychische, sondern sehr schnell auch eine körperliche Abhängigkeit, die den Konsumenten zwingt, sich regelmäßig neu zu berauschen. Der kontinuierliche Gebrauch von Opiaten, besonders von Heroin, führt zu einer Vielzahl von langfristigen körperlichen Folgeschäden und endet nicht selten tödlich, da die Spanne zwischen Verträglichkeit und Toxizität nur sehr gering ist und häufig unterschätzt wird. Überdosierung („Goldener Schuss“) führt zu einer Atemdepression und unbehandelt letztendlich zum Tod durch Atemstillstand (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA), 2006).

Häufiger **Mischkonsum** wirkt sich besonders problematisch aus. Eine von der Bundesanstalt für Straßenwesen durchgeführte Studie zeigte bei den unter Drogeneinfluss stehenden Fahrern in nur 24 Prozent der Fälle einen alleinigen Cannabiskonsum. Dagegen war bei 47 Prozent der Fahrer ein Mischkonsum von Cannabinoiden mit Amphetaminen und/oder Ecstasy zu beobachten (Vollrath, et al., 2002).

Gerade bei diesem Mischkonsum waren in der Fahrsimulation deutliche Beeinträchtigungen feststellbar.

Besonders häufig findet auch die Kombination von Drogen mit Alkohol statt. Bei der untersuchten Stichprobe zeigte sich ein ebenso häufiges Vorkommen von Fahrten unter illegalen Drogen wie von Alkoholfahrten über 0,5 Promille. Von entscheidender Bedeutung ist weiterhin, dass Personen unter Alkoholeinfluss sich eher nicht an das Steuer setzen. Der Konsum illegaler Drogen dagegen baut eine solche Hemmschwelle überhaupt nicht auf. Es zeigte sich vielmehr, dass die Androhung von Sanktionen nur noch auf solche Personen Eindruck macht, die bisher nur selten illegale Drogen konsumiert haben. Findet dagegen ein regelmäßiger Konsum statt, wird die eigene Leistungsfähigkeit völlig falsch beurteilt und Drogenfahrten unter Stimulanzien und Cannabinoiden werden fast nicht mehr abgelehnt (Vollrath, et al., 2001).

Das Fahren unter berauschenden Mitteln gilt in Deutschland als **Straftat**.

Bis zum Jahre 1998 wurde der Missbrauch von Drogen im Straßenverkehr noch gemäß **§ 316 („Folgende Trunkenheitsfahrt“)** und **§ 315c („Straßenverkehrsgefährdung“)** des **Strafgesetzbuches (StGB)** unter dem Begriff „andere berauschende Mittel“ geahndet, wenn dem Fahrer eine Fahruntüchtigkeit nachzuweisen war. Eine konkrete Verkehrsgefährdung oder auffällige Fahrweise sind nach § 316 StGB nicht notwendig. Da es jedoch bei den „anderen berauschenden Mitteln“ im Gegensatz zu Alkohol noch keine Grenzwertangaben gibt, ab wann eine absolute Fahruntüchtigkeit vorliegt, ist diese auch schwer nachzuweisen. Neben dem Stoffnachweis im Blut müssen beim Fahrer zusätzlich stoffbedingte Ausfallerscheinungen belegt werden. Durch die Polizei erfolgt die genaue Beobachtung vegetativer Symptome, von Koordinationsstörungen und psychischen Auffälligkeiten, die dann von ärztlicher Seite in einem unabhängigen Schritt nochmals genau untersucht und beurteilt werden.

Die festgestellten Beobachtungen werden in einem speziellen Protokoll festgehalten, dem so genannten „Torkelbogen“ (siehe Anhang). Zum eindeutigen Beweis der Fahruntüchtigkeit sollten mehrere dieser Ausfallerscheinungen aufgetreten sein. Ist eine von ihnen sehr deutlich ausgeprägt, kann auch diese allein ausreichen, um die Fahruntüchtigkeit zu belegen. Ein Laborwert allein, unabhängig davon, wie hoch die festgestellten Werte sind, reicht dagegen nicht aus, um Anzeige nach § 316 StGB zu erstatten. Wird die Fahruntüchtigkeit durch

Blutanalyse und Ausfallerscheinungen nachgewiesen, kann der Richter die Fahrerlaubnis entziehen, die frühestens nach einer Sperrfrist von sechs bis zwölf Monaten neu beantragt werden kann.

Ist es im Zusammenhang mit „anderen berauschenden Mitteln“ zu einer konkreten Gefährdung von Personen oder fremden Sachen von bedeutendem Wert gekommen, kann die Strafe nach § 315c StGB entsprechend verschärft werden.

Um die Sanktionierung von Fahrten unter Drogeneinfluss zu erleichtern, wurde mit Wirkung vom 1. August 1998 das Straßenverkehrsgesetz (StVG) um **§ 24a („Trunkenheit im Straßenverkehr“)** erweitert. Hierbei begeht jeder Fahrer, der unter dem Einfluss von berauschenden Mitteln steht, eine Ordnungswidrigkeit. Kann eine der Substanzen im Blut nachgewiesen werden, die der Anhang des § 24a StVG aufführt (Tabelle 1), geht man von einer potentiellen Wirkung beim Fahrer aus. Als berauschende Mittel werden Cannabis, Heroin, Morphin, Cocain, Amphetamin, Methamphetamin und Designer-Amphetamine aufgelistet. Nach diesem Paragraphen reicht also der alleinige analytische Nachweis im Blut aus, um den betroffenen Fahrer mit einem bis zu einen Monat dauernden Fahrverbot oder einer Geldstrafe zu sanktionieren. Liegen wiederholte Verstöße gegen diesen Paragraphen vor, kann die Strafe auch bedeutend höher ausfallen. Im Falle von Cannabis reicht es aber auch bei § 24a StVG nicht mehr aus, Tetrahydrocannabinol (THC) im Spurenbereich zu detektieren. Es muss vielmehr eine Konzentration nachgewiesen werden, die es möglich erscheinen lässt, dass der Fahrzeugführer in seiner Fahrtüchtigkeit eingeschränkt war. Derzeit wird dies ab einem THC-Wert von 1 ng/ml im Serum angenommen (Strate, 2005). Durch Einführen des § 24a StVG wurde somit die bis dahin vorliegende Gesetzeslücke für „folgenlose Drogenfahrten“ geschlossen, bei denen eine Anklage nach den §§ 316/315c durch fehlenden Nachweis der erforderlichen Fahrtüchtigkeit nicht möglich war.

Da der alleinige Substanznachweis ausreichen kann, nachteilige Konsequenzen für den Betroffenen zu bewirken, sind hochwertige **analytische Methoden** aus dem Bereich der instrumentellen Analytik wie beispielsweise die Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) erforderlich. Diese ermöglichen es, die entsprechenden Substanzen beziehungsweise ihre Metaboliten mit ausreichender Genauigkeit auch im niedrigen Konzentrationsbereich im Serum nachzuweisen. Der Qualität der eingesetzten forensisch-

toxikologischen Analytik kommt also entscheidende Bedeutung zu. Für Drogenanalysen sollte eine einheitliche Qualität der Analysen, besonders auch im Hinblick auf realistische und plausible untere Grenzkonzentrationen des Nachweises (analytische Grenzwerte) und die Richtigkeit von Konzentrationsangaben, gewährleistet sein.

Die folgende Tabelle zeigt die in der Anlage von § 24a StVG aufgeführten berauschenden Mittel und die entsprechend nachzuweisenden Substanzen.

Berauschendes Mittel	Nachzuweisende Substanz
Cannabis	Tetrahydrocannabinol (THC)
Heroin	Heroin Morphin
Morphin	Morphin
Cocain	Cocain Benzoyllecgonin
Amphetamine	Amphetamin
Methamphetamin	Methamphetamin
Designer-Amphetamine	MDMA, MDEA

Tabelle 1: Berauschende Mittel und nachzuweisende Substanz nach Anlage des § 24a StVG

Es sollte eine Validierung der analytischen Methode in Hinsicht auf wichtige Parameter wie Selektivität, Spezifität, Bestimmungsgrenze, Präzision und Richtigkeit erfolgen, damit eine Aussage getroffen werden kann, inwieweit das analytische Verfahren für die gestellte Aufgabe geeignet ist.

Cannabis ist in Form von Marihuana, als zubereitetes Harz sowie als Samen, wenn es zum unerlaubten Anbau bestimmt ist, im Sinne des **Betäubungsmittelgesetzes (BtMG)** ein nicht verkehrsfähiges Betäubungsmittel. Dies gilt ebenfalls für Heroin, MDMA und MDEA (Wirkstoffe der Designer-Amphetamine). Cocain, Amphetamin, Methamphetamin und Morphin fallen laut Anlage III des BtMG unter verkehrsfähige und verschreibungsfähige Betäubungsmittel. Definitionsgemäß werden alle Substanzen, die in den Anlagen I bis III des BtMG aufgeführt sind, als Betäubungsmittel bezeichnet.

Laut § 29 BtMG sind der Anbau, der Besitz, der Erwerb, die Abgabe, die Einfuhr und die Ausfuhr dieser Betäubungsmittel strafbar, falls keine entsprechende Genehmigung nach § 3 BtMG vorliegt. Die Betäubungsmittel nach Anlage III dürfen nach § 13 BtMG von Ärzten, Zahnärzten und Tierärzten verabreicht beziehungsweise verschrieben werden, wenn der Einsatz am Körper eindeutig begründet werden kann und der beabsichtigte Zweck nicht durch andere Mittel zu erreichen ist. Eine Meldung über die Menge jedes Betäubungsmittels und die entsprechende Verwendung hat nach § 18 BtMG an das Bundesministerium für Arzneimittel und Medizinprodukte zu erfolgen. Die in Anlage I und II aufgeführten Betäubungsmittel dürfen weder verschrieben, verabreicht noch zum unmittelbaren Gebrauch überlassen werden. Wer dem zuwiderhandelt, begeht nach § 29 BtMG, Absatz 6 eine Straftat. Von einer Strafverfolgung nach § 29 BtMG, Absatz 1 und 2 kann nach § 31a BtMG dann abgesehen werden, wenn nur ein Eigenverbrauch nachgewiesen werden kann, die Schuld als gering anzusehen ist oder kein öffentliches Interesse an Strafverfolgung besteht. Dies betrifft in erster Linie den Konsum von Cannabinoiden.

Die Entnahme einer Blutprobe ist ein invasiver Eingriff, der nur durch einen Arzt durchgeführt werden darf. Da Blutentnahmen laut § 81a StPO nur dann angeordnet werden dürfen, wenn diese für ein Verfahren notwendige Tatsachen belegen, versucht die Polizei durch das Einsetzen von **Drogenvortests** einen bestehenden Verdacht zu untermauern, welcher dann im Anschluss durch eine Blutprobe bestätigt werden muss. Urintests werden schon seit längerem zur Verdachtsbestätigung eingesetzt. Das Problem hierbei ist jedoch ein unter Umständen erheblicher Eingriff in die Intimsphäre des Verdächtigen, insbesondere bei weiblichen Probanden. Auch für den untersuchenden Beamten stellen die Urinproben speziell im Außeneinsatz eine unangenehme und unpraktisch zu handhabende Matrix dar. Außerdem besteht bei Urintests das Problem, dass keine Aussage zu einem aktuellen Konsum und somit zu einer eventuell noch vorliegenden Beeinträchtigung getroffen werden kann, da die Substanzen erst nach einer gewissen Zeit und dann meist nur noch deren Abbauprodukte im Urin nachweisbar sind. Problematisch ist weiterhin, dass einige Metaboliten bei regelmäßigem Konsum zum Teil noch Wochen später im Urin zu finden sind (Crouch, et al., 2005; Toennes, et al., 2005). Dies ist vor allem bei Cannabinoiden

der Fall. Tetrahydrocannabinol-Carbonsäure lässt sich bei häufigem Konsum unter Umständen noch mehrere Wochen im Urin nachweisen, obwohl kein THC (Muttersubstanz) mehr im Serum zu finden ist und somit auch keine eigentliche Wirkung der Droge mehr besteht. Dies ist ein Grund, weshalb sich Speichel wesentlich besser zur Beurteilung einer aktuellen Drogenbeeinflussung eignet (Crouch, et al., 2005; Kintz, et al., 2005; Toennes, et al., 2005). Ferner geht man von einem geringeren Kontaminations- und Manipulationsrisiko des Materials aus (Kintz, et al., 2005; Toennes, et al., 2005).

Die folgende Tabelle zeigt, wie lange die einzelnen Substanzen wirken und über welchen Zeitraum diese, beziehungsweise ihre Abbauprodukte, in den einzelnen Körperflüssigkeiten nachzuweisen sind (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA)., 2006).

Substanz	Wirkungsdauer	Nachweis in Urin	Nachweis in Serum
Cannabis	1-4 h (geraucht) 2-10 h (oral)	<u>THC-COOH-Nachweis:</u> <i>Seltener Konsum:</i> 2-3 Tage <i>Häufiger Konsum:</i> 6-8 Wochen <i>Chronischer Konsum:</i> bis zu 12 Wochen	<u>THC:</u> wenige Stunden THC-OH: wenige Stunden <u>THC-COOH-Nachweis:</u> <i>gelegentlicher Konsum:</i> 2 Tage <i>Regelmäßiger Konsum:</i> bis zu 30 Tagen
Ecstasy (MDMA, MDA, MDE)	3-12 h (oral)	1-4 Tage (Metaboliten bis zu 8 Tage)	36 h
Speed (Amphetamin)	6-12 h (oral)	1-3 Tage (gesnieft)	36 h
Crystal (Methamphetamin)	bis 30 h (gesnieft)	1-3 Tage	36 h
Cocain	1-3 h (gesnieft) 10-30 min (geraucht)	2-4 Tage (Benzoylecgonin)	24 h (Benzoylecgonin)
LSD	6-12 h (oral)	1-2 Tage	12 h
Heroin	3-6 h (i.v.)	1-4 Tage	12 h
Methadon	12-24 h (oral)	2-3 Tage	2 Tage
Benzodiazepine	4-12 h (oral)	1-3 Tage, 4-6 Wochen bei Langzeiteinnahme	Stunden bis Tage

Tabelle 2: Zeitliche Nachweisbarkeit illegaler Drogen in Urin und Blut und ihre Wirkungsdauer

Um eine adäquate Aussage zu einer eventuell vorliegenden Drogenbeeinflussung zu bekommen, werden nun Speichel-Vortests zur Überprüfung eingesetzt. Die Spezifität der Assays allein ist jedoch nicht ausreichend, um zu einem endgültigen verwertbaren Befund zu kommen, und hat daher vor Gericht allein noch keinen Beweiswert. Die Immunoassays müssen in jedem Fall durch den Einsatz weiterer beweiskräftiger Verfahren höherer Spezifität, wie durch GC-MS, bestätigt werden. Unter anderem sollte eine Bestätigungsanalyse aus einer angeordneten Blutprobe erfolgen. Ein Polizeibeamter kann aber auch bei negativem Vortest eine Blutprobe anordnen, wenn er aufgrund von körperlichen oder psychischen Auffälligkeiten beim Fahrer überzeugt ist, dass eine Drogenbeeinflussung vorliegt.

2.2 Fragestellung

Die folgende Arbeit beschäftigt sich nun mit der Fragestellung, inwieweit Speichel-Vortests bei der Drogenerkennung aus Speichel zuverlässig und für den täglichen Polizeieinsatz geeignet sind.

Hierzu wurden vier Speicheltestsysteme unterschiedlicher Firmen hinsichtlich ihrer Eignung für den täglichen Polizeidienst näher untersucht:

- OralStat® (American Bio Medica Corporation, durch Mavand Deutschland vertrieben),
- OraLab® (Varian Inc., vertrieben durch Dräger Safety),
- Dräger DrugTest® und
- Biosens® Biolab (Biosensor, Schweden)

Die Tests wurden auf ihre **Handhabung** und **Benutzerfreundlichkeit** hin geprüft. Entscheidende Merkmale waren die notwendige Speichelmenge, die gesammelt werden musste, und die erforderliche Zeit, die benötigt wurde, um eine Testreaktion auszulösen.

Unter rechtlichem Aspekt war besonders die **Zuverlässigkeit** der Ergebnisse von Bedeutung. Dazu wurden die Resultate der Speichel-Immunoassays mit den Speichelergebnissen der Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) in Bezug auf relevante **Qualitätsparameter** untersucht. Dabei handelte es sich um die Parameter:

- Sensitivität,
- Spezifität,
- Positiver prädiktiver Wert (PPW),
- Negativer prädiktiver Wert (NPW),
- Genauigkeit.

Da vor Gericht bisher ausschließlich Ergebnisse von Blutproben anerkannt werden, wurden zusätzlich **gaschromatographische-massenspektrometrische Untersuchungen** und **Enzymimmunoassays** der Blutproben durchgeführt. Die authentischen Blutproben stammen von Kraftfahrern, von denen zusätzlich auch die Speichelproben zum Drogenvortest entnommen wurden. Die Auswahl der getesteten Personen erfolgte durch entsprechend geschulte Polizeikräfte.

Die ermittelten Ergebnisse der Blutproben aus Enzymimmunoassay (EIA) und Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) wurden mit den Ergebnissen

der Speichelkassetten verglichen, um eventuelle Schwierigkeiten beim Nachweis einzelner Substanzen bei den Vortests aufzudecken.

Ein weiterer entscheidender Punkt war, die Güte der **Korrelation** zwischen den Analyseergebnissen in den verschiedenen Matrices (Speichel und Blut) zu ermitteln. Damit sollte zum ersten Mal in einer größeren Studie festgestellt werden, ob Speichel als Nachweismedium für Drogen mit ausreichender Zuverlässigkeit für die entscheidenden Substanzen geeignet ist. Bei positivem Ergebnis könnten Speichelproben in Zukunft die Proben der Wahl beim sogenannten Roadside-Testing darstellen.

3. Material und Methodik

3.1 Verwendete Speichel-Vortests

Alle hier verwendeten Speichel-Vortests sind Enzymimmunoassays. Sie funktionieren nach dem Prinzip der Antigen-Antikörper-Reaktion. Hierbei kommen Antigene ebenso zum Einsatz wie an ein Enzym gekoppelte Antikörper bekannter Menge. Diese sind auf die jeweilige Zielsubstanz, in diesem Fall Drogenmoleküle, ausgerichtet. Enthält eine Probe nun Drogenmoleküle, konkurrieren die Antigene des Tests und die Antigene der Probe um die Bindungsstellen der enzymgekoppelten Antikörper. Über die Anzahl der gebildeten Immunkomplexe aus Drogenmolekülen, welche als Antigene fungieren, und den entsprechenden Antikörpern kann eine Aussage über die Konzentration der Drogenbestandteile in der Probe getroffen werden. Dies geschieht, indem der Anteil der enzymmarkierten Antikörper über den Substratumsatz des Enzyms ermittelt wird. Die Enzyme werden verwendet, da sonst die Antigen-Antikörper-Reaktion nicht direkt sichtbar wäre.

Grundsätzlich können sowohl Antigene als auch Antikörper gekoppelt werden. Die beiden folgenden Abbildungen zeigen das Prinzip der Antigen-Antikörper-Reaktion.

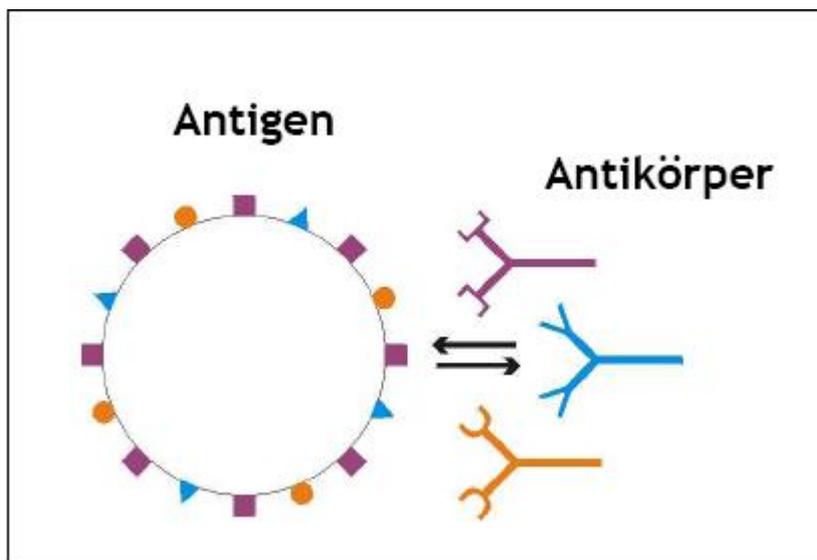


Abbildung 1: Fixierte Antigene in Wechselwirkung mit Antikörpern

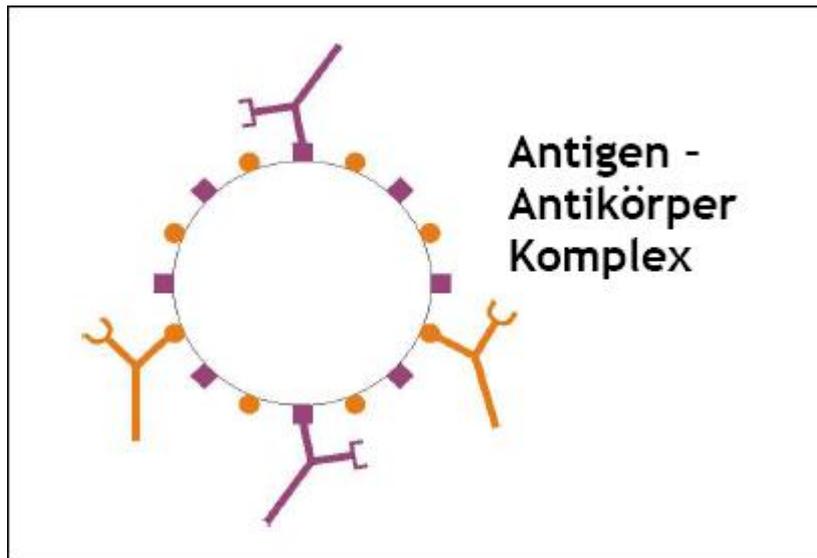


Abbildung 2: Ausgebildeter Antigen-Antikörper-Komplex

3.1.1 On-Site OraLab®



Abbildung 3: Speichelkassette OraLab® mit Speichelsammelstäbchen

OraLab® (Varian Inc., vertrieben durch Dräger GmbH, Lübeck, Deutschland) ist ein Speichel-Vortest, der zum gleichzeitigen qualitativen Nachweis von Drogenkombinationen und deren Metaboliten im Speichel verwendet wird. Das von Varian verwendete Testverfahren basiert auf dem Prinzip der kompetitiven Hemmung. Dabei sind in der Testkassette auf einer Membran Drogen-Konjugate fixiert. Des Weiteren enthält der Test mit Antikörpern beschichtete Mikropartikel. Befinden sich im gesammelten Speichel Drogen oder deren Metaboliten, so konkurrieren diese mit dem Drogen-Konjugat, das ebenso wie die nachzuweisenden Drogen als Antigen fungiert, um die Bindung an die mit

Antikörpern beschichteten Partikel. Liegen Drogen in ausreichender Konzentration vor, können die mit Antikörpern beschichteten Mikropartikel nicht mit den fixierten Antigenen der Testkassette in Wechselwirkung treten. Durch das Ausbilden einer Antigen-Antikörper-Reaktion zwischen freien Drogenmolekülen und den Antikörpern des Tests werden die fixierten Antigene des Teststreifens kompetitiv gehemmt. Es wird somit kein roter Streifen im Nachweisbereich der Membran ausgebildet, d.h. das vorläufige Testergebnis des Drogenvortests ist positiv. Dieses muss durch ein weiteres spezifisches Verfahren, wie die Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS), im Labor bestätigt werden. Die Nachweisgrenzen sind laut Herstellerangaben bei folgenden Konzentrationen festgelegt: Cocain 20 ng/ml, Morphin 40 ng/ml, d-Amphetamin 50 ng/ml, d-Methamphetamin 50 ng/ml, Δ^9 -Tetrahydrocannabinol 100 ng/ml und Phencyclidin 10 ng/ml (Varian, Inc., 2003). Wenn sich keine Drogen im Speichel befinden, bildet sich bei der entsprechenden Substanz ein roter Streifen aus, da in diesem Fall die Antikörper mit dem Drogen-Konjugat reagieren können. Das Testergebnis ist somit negativ. Zusätzlich verfügt der Test über eine weitere Antikörper-/Antigen-Reaktion als Qualitätskontrolle. Sobald im sogenannten „Test-Valid“-Fenster ein Streifen erscheint, ist der Test als gültig zu sehen.



Abbildung 4: Testfenster eines gültigen OraLab®-Speicheltest mit negativen Ergebnissen in allen Substanzklassen

Um die Ergebnisse im Labor zu bestätigen, wird in einem Reservoir der Testkassette Speichel gesammelt und anschließend asserviert.

3.1.2 Dräger DrugTest®



Abbildung 5: Dräger DrugTest® Testkassette

Der Dräger DrugTest® ist ein gerätegestützter Speichel-Vortest, der die relevanten Stoffklassen Amphetamine, Methamphetamine, Opiate, Cocain, Cannabinoide und Phencyclidin erfassen kann. Neben dem Analysegerät zur Erfassung und Auswertung der Messsignale werden ein Probensammler und eine Testkassette mit eingesetzter Pufferkatusche benötigt. Bei diesem Test ist zum immunologischen Drogen-Nachweis die Teststreifen-Technik mit der Up-Converting-Phosphor (UPT)-Technologie zur Signalerhebung kombiniert. Für den immunologischen Nachweis werden Antikörper eingesetzt, die auf ihre Zielsubstanz ausgerichtet sind und an diese spezifisch binden. Damit diese Reaktion analytisch erfasst werden kann, werden die Antikörper auf den UPT-Partikeln fixiert. Diese UPT-Partikel zeigen Chemolumineszenz und können somit mit Hilfe eines optischen Systems detektiert werden. Dies bedeutet, dass durch diese Partikel die Bindung zwischen der Zielsubstanz und den jeweiligen spezifischen Antikörpern nachgewiesen werden kann. Bei der Teststreifen-Technik sind Drogenmoleküle auf einer Membran in der Testzone fixiert. Die jeweiligen substanzspezifischen Antikörper, die an UPT-Partikel gekoppelt sind, werden in einer Zone vor der Testmembran gespeichert. Wird eine Probe aufgegeben, wandern die Antikörper über die Membran. Befinden sich in der Speichelprobe Drogenmoleküle, reagieren die Antikörper mit diesen unter Ausbildung eines Immunkomplexes. Somit können die nun bereits besetzten Antikörper mit den Drogenmolekülen der Testmembran nicht mehr in Wechselwirkung treten. Ist hingegen keine Droge in der Probe enthalten,

reagieren die Antikörper mit den membranfixierten Drogenmolekülen. Es ergibt sich somit eine inverse Beziehung zwischen Drogenkonzentration und der Signalstärke in der Testzone. Um nun das Ausmaß der Komplexbildung und somit die Drogenkonzentration zu ermitteln, muss der Teststreifen mittels des Dräger DrugTest® Analyzers optisch abgetastet werden.



Abbildung 6: Dräger DrugTest® Analysegerät

Dabei werden die UPT-Partikel durch langwelliges Laserlicht hoher Intensität angeregt. Diese emittieren daraufhin eine kurzwellige Strahlung im sichtbaren Bereich, die über einen Detektor erfasst, verstärkt und quantifiziert wird.

Die „Cut-off“-Werte liegen bei den Amphetaminen und Methamphetaminen/ Designerdrogen bei jeweils 10 ng/ml, bei Cocain und Opiaten bei 5 ng/ml und bei Tetrahydrocannabinol bei 20 ng/ml (Polzius, et al., 2004).

3.1.3 OralStat®

OralStat® ist ein Speichelvortest der Firma MAVAND, der dafür geeignet ist, die acht am häufigsten verwendeten Drogen nachzuweisen. Die Antigen-Antikörper-Reaktion erfolgt mittels der Kolloid-Gold-Technologie. Zur Testüberwachung verfügt jeder Teststreifen über eine integrierte Verfahrenskontrolle.

Der Test eignet sich ab den folgenden Drogen-Konzentrationen zum Nachweis von: Amphetaminen 25 ng/ml, Benzodiazepinen 25 ng/ml, Cocain 12 ng/ml, Methadon 25 ng/ml, Methamphetamine/Ecstasy 25 ng/ml, Opiaten 20 ng/ml, Phencyclidin 5 ng/ml und Cannabinoiden 25 ng/ml (Mavand Solutions GmbH, 2007). Im Fall der Cannabinoide erfolgt der direkte Nachweis von THC und nicht der von Metaboliten.



Abbildung 7: Testkassette OralStat®

3.1.4 BIOSENS® Biolab

Der BIOSENS® Drogendetektor Biolab der Firma Biosensor Applications ist ein Antikörper-Reaktions-Detektor für den Nachweis von Drogen. Außerdem besteht hiermit die Möglichkeit, Sprengstoff, Umweltgifte sowie biologische als auch chemische Kampfstoffe nachzuweisen. Das Gerät ist dazu geeignet, Substanzen und deren Mikrospuren zu detektieren und diese zu identifizieren. Allerdings muss auch bei diesem Test eine Bestätigung durch GC-MS oder durch vergleichbare Methoden erfolgen. Als Hauptbestandteil enthält das Gerät eine Quarzkristall Mikrowaage (Quarz Crystal Mikrobalance, QCM). Auf dieser sind Antikörper angeordnet, die sich lösen, wenn in einer Probe die entsprechende Substanz enthalten ist, um mit dieser zu reagieren. Durch dieses Loslösen der Antikörper im Bereich der Mikrowaage wird diese entlastet, was durch die QCM registriert und ausgewertet wird. Das Analyseergebnis wird dann am Gerät angezeigt.

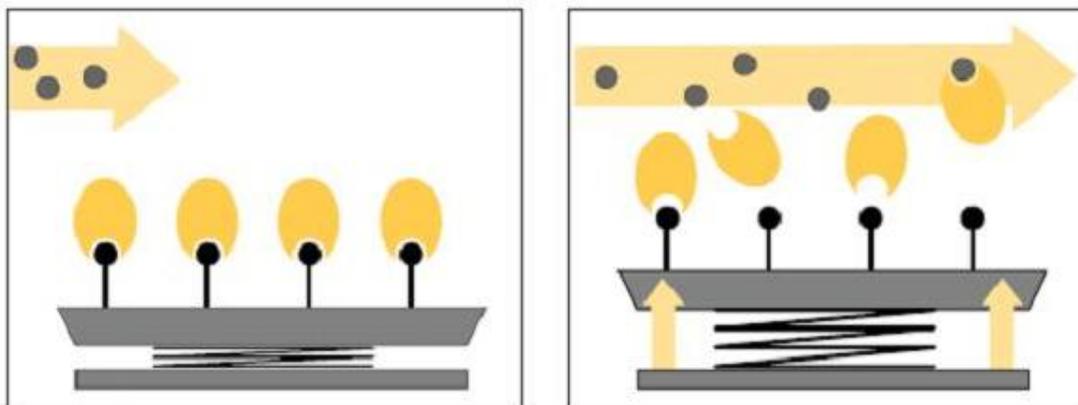


Abbildung 8: Funktionsweise der Quarzkristall-Mikrowaage



Abbildung 9: BIOSENS® Analysegerät

Für die Probenaufnahme steht ein Filterpad zur Verfügung, auf das die zu untersuchende Substanz im Rahmen der Drogenanalyse mit einer mit Speichel durchweichten Salivette aufgetragen wird. Eine weitere Möglichkeit ist das direkte Abreiben der Hautoberfläche, die mit der fraglichen Substanz kontaminiert sein könnte.



Abbildung 10: Filterpad zur Substanzaufnahme

Das Filterpad wird dann einfach in das BIOSENS Gerät gelegt. Die darauf befindlichen Substanzen werden verdampft und kondensieren an einem Kältefinger. Von dort werden die Drogenmoleküle weggespült und über die Mikrowaage geleitet.

Die Quarzkristall-Mikrowaage mit den Antikörpern befindet sich in einer sogenannten BIOCELL-Kartusche, die entsprechend der nachzuweisenden Substanz in das Gerät eingesetzt wird. Es können bis zu 4 Kartuschen gleichzeitig verwendet werden. Zurzeit stehen folgende BIOCELL-Kartuschen mit den entsprechenden Antikörpern für die jeweilige Zielsubstanz zur Verfügung:

Cannabis (THC), Opiate (Morphin, Heroin), Cocain, Amphetamine/ Methamphetamine/MDE und MDMA (Ecstasy) (Biosens Applications, 2007).



Abbildung 11: BIOCELL-Kartuschen zum Nachweis der entsprechenden Zielsubstanz

3.2 Speichelproben

Die zur Analyse verwendeten Speichelproben wurden, wenn der Verdacht auf eine Beeinflussung durch Drogen bestand, im Rahmen von polizeilichen Kontrollen im Straßenverkehr gewonnen und bis zur weiteren Verarbeitung im Institut für Rechtsmedizin Homburg/Saar bei -20° Celsius eingelagert. Um mit den Speichelproben besser arbeiten zu können, wurden diese vor der eigentlichen Extraktion aus den Probensammlern der verschiedenen Testsysteme mehrmals aufgetaut und wieder eingefroren. Die Probensammler wurden aus den Testkassetten entfernt und in Salivetten gegeben. Es wurden 0,5 ml Methanol/Kaliumdihydrogenphosphat pH 6-Puffer (1:1; v/v) hinzugefügt. Die Proben wurden zunächst zwei Minuten kräftig geschüttelt und anschließend bei 1720 Umdrehungen pro Minute für zehn Minuten zentrifugiert. Dieser Vorgang wurde dann noch einmal wiederholt. Bis zur weiteren Bearbeitung mittels GC-MS wurden die gewonnenen, verdünnten Speichelproben wieder eingefroren. Die Probensammler wurden ebenso wie die Testkassetten trocken eingelagert.

Beim OraLab[®]-Test gab es bei der Extraktion der Speichelschwämme Probleme, die eine Erweiterung des Verfahrens erforderten. Ursprünglich war es von Herstellerseite aus vorgesehen, den in einem speziellen Reservoir gesammelten Speichel für Analysezwecke zu verwenden. Dieser Speichel war jedoch meist gar nicht vorhanden oder bereits eingetrocknet. Daher mussten die Speichelschwämme zusätzlich zur Extraktion verwendet werden. Dies erfolgte wie bei den anderen Speicheltests. Zusätzlich wurden die Reservoirs mit 1 ml Methanol/Kaliumdihydrogenphosphat pH 6-Puffer (1:1; v/v) ausgespült und zu dem Material der Schwämme hinzugefügt. Diese Proben wurden bis zur weiteren Verwendung ebenfalls eingefroren.

3.3 Probenvorbereitung

3.3.1 Chemikalien und Geräte:

Chemikalien: Methanol, Aceton, Salzsäure, Kaliumdihydrogenphosphat, Iso-Hexan, Dichlormethan, Ammoniak, Ammoniumsulfat, Natronlauge und Propanol wurden von der Firma Merck (Darmstadt, Deutschland) und Ethylacetat von JT Baker (Deventer, Niederlande) bezogen. N-Methyl-N-trimethylsilyl-trifluoracetamid (MSTFA) stammt von der Chromatographie Service GmbH (Langerwehe, Deutschland). „Oral Fluid Negative Calibrator“ und „Oral Fluid Negative Control“ wurden von OraSure Technologies, Inc (Bethlehem/PA, USA) bezogen.

Alle Drogenstandards wurden von Promochem (Wesel, Deutschland) bezogen:

(-)-delta 9-THC (Katalog-Nr. CERT-005, 1 mg/ml, in Methanol); (-)-delta 9-THC-D₃ (Katalog-Nr. CERT-003, 100 µg/ml in Methanol); 11-Hydroxy-delta 9-THC (Katalog-Nr. CERH-027, 1 mg/ml in Methanol); 11-Hydroxy-delta 9-THC-D₃ (Katalog-Nr. CERH-041, 100 µg/ml in Methanol); (-)-11-nor-9-Carboxy-delta 9-THC (Katalog-Nr. CERT-019, 1 mg/ml in Methanol); (+/-)-11-Nor-9-carboxy-delta 9-THC-D₃ (Katalog-Nr. CERT-004, 100 µg/ml in Methanol); (+/-)-Amphetamin (Katalog-Nr. CERA-007, 1 mg/ml in Methanol); (+/-)-Amphetamin-D₅ (Katalog-Nr. CERA-013, 1 mg/ml in Methanol); (+/-)-Methamphetamin (Katalog-Nr. CERM-009, 1 mg/ml in Methanol); (+/-)-Methamphetamin-D₁₁ (Katalog-Nr. CERM-060, 1 mg/ml in Methanol); (+/-)-MDMA ((+/-)-3,4-Methylendioxyamphetamin) (Katalog-Nr. CERM-013, 1 mg/ml in Methanol); (+/-)-MDMA-D₅ ((+/-)-3,4-Methylendioxyamphetamin-D₅) (Katalog-Nr. CERM-011; 100 µg/ml in Acetonitril); (+/-)-MDA ((+/-)-3,4-Methylendioxyamphetamin) (Katalog-Nr. CERM-012, 1 mg/ml in Methanol); +/--(MDA-D₅ (+/-)-3,4-Methylendioxyamphetamin-D₅) (Katalog-Nr. CERM-010, 100 µg/ml in Methanol); (+/-)-MDEA ((+/-)-3,4-Methylendioxy-ethylamphetamin) (Katalog-Nr. CERM-065, 1 mg/ml in Methanol); (+/-)-MDEA-D₆ ((+/-)-3,4-Methylendioxyethylamphetamin-D₆) (Katalog-Nr. CERM-081, 100 µg/ml in Methanol); (+/-)-MBDB HCl ((+/-)-(3,4-methylen-dioxyphenyl)-2-butanamin) (Katalog-Nr. CERM-102, 1 mg/ml in Methanol); (+/-)-MBDB-D₅ (+/-)-(3,4-methylen-dioxyphenyl)-2-butanamin-D₅) (Katalog-Nr. CERM-104, 100 µg/ml in Methanol); Dihydrocodein HCl (Katalog-Nr. CERD-019, 1 mg/ml in Methanol);

Dihydrocodein-D₆ HCl (Katalog-Nr. CERD-021, 100 µg/ml in Methanol); Ecgoninmethylester (Katalog-Nr. CERE-001, 1 mg/ml in Acetonitril); Ecgoninmethylester-D₃ (Katalog-Nr. CERE-002, 100 µg/ml in Acetonitril); Benzoylecgonin (Katalog-Nr. CERB-004, 1 mg/ml in Methanol); Benzoylecgonin-D₃ (Katalog-Nr. CERB-008, 1 mg/ml in Methanol); Cocain (Katalog-Nr. CERC-008, 1 mg/ml in Acetonitril); Cocain-D₃ (Katalog-Nr. CERC-014, 1 mg/ml in Acetonitril); Morphin (Katalog-Nr. CERM-005, 1 mg/ml in Methanol); Morphin-D₃ (Katalog-Nr. CERM-006, 1 mg/ml in Methanol); Codein (Katalog-Nr. CERC-006, 1 mg/ml in Methanol); Codein-D₆ (Katalog-Nr. CERC-041; 1 mg/ml in Methanol); 6-Acetylmorphin (Katalog-Nr. CERA-009, 1 mg/ml in Acetonitril); 6-Acetylmorphin-D₆ (Katalog-Nr. CERA-027, 1 mg/ml in Acetonitril); (+/-)-Methadon (Katalog-Nr. CERM-007, 1 mg/ml in Methanol); (+/-)-Methadon-D₉ (Katalog-Nr. CERM-089, 1 mg/ml in Methanol). Alle Chemikalien hatten den Reinheitsgrad „pro analysi“.

Geräte: Zentrifuge Rotina 46 (Hettich, Tuttlingen) zur Gewinnung der Speichelproben aus den Probensammlern. Zentrifuge Rotanta (Hettich, Tuttlingen) zur Zentrifugation der vorbereiteten Speichelproben vor Aufgeben in Festphasensäulen. Minifuge GL (Hereaus Christ) zur Trennung der organischen Phase nach Extraktion. Reacti-Therm Heizmodul (No 18790) und Reacti-Vap Abdampfeinheit (Pierce, Rockford, USA); Vakuumpumpe Type 301011 PK4S (Ilmvac GmbH, Ilmenau); Festphasenextraktionssäulen Separtis HCX 130 mg, 3 ml (Grenzach, Wyhlen, Deutschland).

Die Probenvorbereitung für die GC-MS Analyse erfolgte grundsätzlich für alle Proben nach einem Standard-Verfahren, das im Institut für Rechtsmedizin Homburg/Saar entwickelt wurde. Unter der Fragestellung dieser Doktorarbeit musste es jedoch für die verschiedenen Testsysteme modifiziert werden, um einen möglichst hohen Reinheitsgrad der Proben für die GC-MS-Bestätigung zu erzielen.

Die nun folgenden Erläuterungen beschreiben das Standard-Vorgehen, das bei den Speichelproben des Dräger DrugTest[®] eingesetzt wurde. Zusätzlich zu den einzelnen Speichelproben wurde dabei für jede Serie eine Kontrollprobe (KF) und

eine Qualitätskontrolle (QC) analysiert, die pro Serie jeweils neu angesetzt wurden. KF wurde hergestellt aus 4,7 ml Kaliumdihydrogenphosphat (KH_2PO_4) pH 6-Puffer, 50 μl deuterierter interner Standard-Lösung (D-IS-Lösung), 50 μl H-Standard BTM, 200 μl Methanol und 100 μl Negativ Calibrator. QC setzte sich zusammen aus 4,5 ml KH_2PO_4 -Puffer (pH 6), 50 μl D-IS-Lösung, 250 μl Methanol und 500 μl Negativ Control.

500 μl Speichalextrakt wurden mit 50 μl D-IS-Lösung und 4,5 ml KH_2PO_4 -Puffer (pH 6) versetzt und für zehn Minuten in den Kühlschrank gestellt, um ein Absetzen von eventuellen Ablagerungen zu beschleunigen. Im Anschluss wurden die Proben zehn Minuten bei 100 % zentrifugiert. Zwischenzeitlich wurden die HPLC-Festphasensäulen (C8-Ketten und Kationenaustauscher) mit 6 ml Methanol und 3 ml KH_2PO_4 -Puffer (pH 6) konditioniert. Die zentrifugierten Proben wurden nun auf die Säulen aufgegeben. Nach langsamen Durchlaufen der Proben wurden die Säulen nacheinander mit 1 ml KH_2PO_4 -Puffer (pH 6) und 2,75 ml 0,005-M-HCl gewaschen und anschließend immer je neun Proben für 15 Minuten unter Ölpumpenvakuum getrocknet. Die Elution der Cannabinoide erfolgte mit 1,75 ml eines Methanol/Aceton-Gemisches (1:1; v/v). Die Festphasensäulen wurden nach der Elution der Cannabinoide aufbewahrt, um in einem späteren Schritt die restlichen Betäubungsmittel (BTM) zu eluieren. Das gewonnene Eluat wurde bei 60°C unter Stickstoff bis zur Trockne eingedampft. Der Rückstand wurde mit 40 μl MSTFA als Lösungsmittel und zugleich als Derivatisierungsreagenz aufgenommen und für 30 Minuten bei 60°C im Trockenschrank derivatisiert. Im Anschluss wurden die Proben mittels GC-MS analysiert.

Zur Extraktion der restlichen BTM wurden die aufbewahrten Festphasensäulen mit 0,5 ml Iso-Hexan gewaschen und fünf Minuten unter Ölpumpenvakuum getrocknet. Im Anschluss wurde 1,5 ml Methanol aufgegeben und erneut zehn Minuten unter Vakuum getrocknet. Die übrigen BTM wurden mit 1,75 ml eines Gemisches aus Dichlormethan/Methanol/25-prozentigem Ammoniak (30 ml/15 ml/1,25 ml) eluiert. Das gewonnene Eluat wurde bei 45°C unter Stickstoff bis zur Trockne eingedampft und mit 40 μl MSTFA versetzt. Anschließend wurden die Proben bei maximal 80°C für 30 Minuten derivatisiert und dann mittels GC-MS analysiert.

	Probenaufarbeitung und Derivatisierung
Speichелеxtrakt (µl)	500
Interner Standard (µl)	50
KH₂PO₄ (µl)	4500
Festphasenextraktion	HCX-Säulen
Extraktion Cannabinoide	Elution Cannabinoide mit 1,75 ml Methanol/Aceton
	Cannabinoid-Eluat eindampfen
	in 40 µl MSTFA aufnehmen, derivatisieren, mittels GC-MS analysieren
Extraktion der restlichen BTM	Elution restliche BTM mit 1,75 ml Dichlormethan/Methanol/Ammoniak
	BTM-Eluat eindampfen
	in 40 µl MSTFA aufnehmen, derivatisieren, mittels GC-MS analysieren

Tabelle 3: Aufarbeitung der Speichelproben zur GC-MS-Analyse

Dieses Standardverfahren wurde im Rahmen dieser Doktorarbeit, abhängig von dem verwendeten Speicheltest, um einige Punkte ergänzt:

Bei den Speicheltests Oralstat[®] und OraLab[®] wurde die Elution der Cannabinoide mit 2-mal 1,75 ml Methanol/Aceton durchgeführt, wobei das zweite gewonnene Eluat verworfen wurde und lediglich als zusätzlicher Waschschrift diente. Das weitere Vorgehen bei Oralstat[®] folgte dem Standardverfahren.

Bei OraLab[®] dagegen wurde das Cannabinoid-Eluat bis auf einen Rest von etwa 0,2 ml bei 60°C unter Stickstoff eingedampft. Die Probe wurde mit 1 ml Iso-Hexan und 0,2 ml destilliertem Wasser ausgeschüttelt und für fünf Minuten zentrifugiert. Die organische Phase wurde abgenommen und bis zur Trockne eingedampft. Das weitere Vorgehen gleicht bei den Cannabinoiden dem Standardverfahren. Das Ausschütteln mit Iso-Hexan und destilliertem Wasser ist bei den anderen verwendeten Speicheltests zwar nicht zwingend notwendig, kann jedoch als Zusatzschritt durchgeführt werden, um eine größere Reinheit zu erzielen.

Bei OraLab[®] wurde das Vorgehen unter anderem auch bei der Extraktion der restlichen BTM erweitert. Nach Elution der verbliebenen BTM wurde das

gewonnene Eluat bei 45°C bis auf etwa 0,2 ml eingedampft. Anschließend wurde mit 0,2 ml eines Gemischs aus rauchender HCl, 10-M-Natronlauge und gesättigter Ammoniumsulfat-Lösung (1 ml/1,5 ml/2 ml) eine pH-Einstellung auf 8,8 vorgenommen. Mit der Zugabe von 1 ml eines Lösungsgemischs aus Ethylacetat/Propanol/Dichlormethan (6/6/2; v/v/v) wurden die verbliebenen BTM extrahiert. Nachdem das Gemisch für fünf Minuten zentrifugiert worden war, konnte die obere, organische Phase abgenommen und aufbewahrt werden.

Der Rest wurde erneut mit 0,2 ml 10-M-NaOH auf einen stark alkalischen pH-Wert eingestellt. Zusätzlich wurde 1 ml des Lösungsgemischs aus Ethylacetat/Propanol/Dichlormethan (6/6/2; v/v/v) hinzugefügt und für fünf Minuten zentrifugiert. Die obere Phase wurde abgenommen und zu dem aufbewahrten Überstand aus dem vorherigen Schritt geben. Nun wurde die Probe bis zur Trockne eingedampft. Das weitere Vorgehen erfolgte nach dem Standardverfahren.

3.3.2 Interne Standards

Mit den käuflich erworbenen deuterierten Substanzen wurde ein interner Standard mit folgenden Konzentrationen der einzelnen Drogen hergestellt. Die Standards wurden in Acetonitril gelöst.

Substanz	[ng/50µl]
THC-D ₃	5
THC-OH-D ₃	5
THC-COOH-D ₃	25
Amphetamin-D ₅	100
Methamphetamin-D ₁₁	100
MDMA-D ₅	100
MDA-D ₅	100
MDEA-D ₆	100
MBDB-D ₅	100
Dihydrocodein-D ₆	100
Methylecgonin-D ₃	100
Benzoylecgonin-D ₃	100
Cocain-D ₃	100
Morphin-D ₃	100
Codein-D ₆	100
6-MAM-D ₆	100
Methadon-D ₉	100

Tabelle 4: Konzentrationen der verwendeten deuterierten internen Standards

3.3.3 Standard für untersuchte BTM

Aus den käuflich erworbenen Standardsubstanzen wurde ein in Acetonitril gelöster Standard mit folgenden Einzelkonzentrationen hergestellt.

Substanz	[ng/50µl]
THC	5
THC-OH	5
THC-COOH	25
Amphetamin	100
Methamphetamin	100
MDMA	100
MDA	100
MDEA	100
MBDB	100
Dihydrocodein	100
Methylecgonin	100
Benzoylecgonin	100
Cocain	100
Morphin	100
Codein	100
6-MAM	100
Methadon	100

Tabelle 5: Konzentrationen der verwendeten Standards

3.3.4 Oral Fluid Negative Calibrator

Der käuflich erworbene Negative Calibrator bestand aus verdünnter Mundflüssigkeit und war negativ für Amphetamin, Methamphetamin, Morphin, Methadon, Benzoylecgonin, Cannabinoide, Benzodiazepine, Barbiturate und PCP.

3.3.5 Oral Fluid Negative Control

Die käuflich erworbene Negative Control setzte sich zusammen aus verdünnter Mundflüssigkeit und den folgenden Konzentrationen der relevanten Substanzen:

Mögliche nachzuweisende Substanz	Konzentration in [ng/ml]
d-Amphetamin	50
Methamphetamin	20
Morphin	5
Methadon	2,5
Benzoylecgonin	2,5
Δ^9 -Tetrahydrocannabinol	0,5
Nordiazepam	0,5
Secobarbital	10
PCP	0,5

Tabelle 6: Zusammensetzung Oral Fluid Negative Control

3.4 GC-MS Methode zur Identifizierung und Bestimmung von Cannabinoiden, Betäubungsmitteln und deren Metaboliten in Speichel

Die GC-MS- Analysen wurden mit einem Hewlett Packard (Agilent Technologies Deutschland GmbH, Waldronn) 6890 Series GC System durchgeführt, kombiniert mit einem Hewlett Packard 5973 MSD (Massenselektiver Detektor). Die Injektion erfolgte mit einem Hewlett-Packard 6890 Autosampler-System. Um die Vergleichbarkeit der Massenspektren zu gewährleisten, erfolgte mit Hilfe eines Kalibriermakros (Autotune) eine Kalibrierung des GC-MS.

Folgende GC-Bedingungen wurden gewählt: Splitloses Einspritzverfahren mit einem Druckstoß von 17,92 PSI (17,94 PSI bei SIM Modus C) für 1,6 min; Kapillartrennsäule HP-1 (Methyl Siloxane, 25 m x 0,2 mm i.D., 0,33 µm Filmdicke). 280°C Einspritzblocktemperatur; Helium als Trägergas mit einer konstanten Flussrate von 0,9 ml/min; Temperaturprogramm: initiale Temperatur 80°C, 20°C-Erhöhung/min, Endtemperatur 310°C, Gesamtzeit/Lauf 18,5 Minuten.

Außerdem wurden folgende MS-Bedingungen gewählt: „Selected ion monitoring“ (SIM) Modus für die Analyse von Amphetamin, Methamphetamin, Methylecgonin, MDA, MDMA, MBDB, Methadon, Benzoylecgonin, Dihydrocodein, Morphin, MDE, Cocain, Codein, 6-MAM, THC, THC-OH und für THC-COOH; Elektronenstoßionisierung (EI) mit einer Ionisierungsenergie von 70 eV; 230°C Ionenquellentemperatur; 150°C Quadrupoltemperatur.

3.5 GC-MS Auswertung

Für die Bestimmung der einzelnen Komponenten im SIM-Modus wurden folgende Ionen [m/z] ausgewählt: THC/d₃ 389, 374, 346; THC-OH/d₃ 374, 462, 477; THC-COOH/d₃ 374, 476, 481; Amphetamin/d₅ 120, 197; Methamphetamin/d₁₁ 136, 96, 217; Methylecgonin/d₃ 99, 85, 274; MDA/d₅ 120, 241; MDMA/d₅ 134, 255; MBDB/d₅ 148, 269; Methadon/d₉ 78, 299, 390; Benzoylecgonin/d₃ 243, 85, 364; Dihydrocodein/d₆ 379, 318; Morphin/d₃ 432, 417, 404; MDEA/d₆ 150, 270; Cocain/d₃ 185, 85, 306; Codein/d₆ 377, 286, 237; 6-MAM/d₆ 405, 343, 290

Die folgende Tabelle zeigt die relevanten Ionen nach Trimethylsilylierung im Überblick:

Interner Standard		Analyten	
THC-d ₃ TMS	m/z <u>389</u> , 374, 346	THC TMS	m/z <u>386</u> , 371, 343
THC-OH-d ₃ 2TMS	m/z <u>374</u> , 462, 477	THC-OH 2TMS	m/z <u>371</u> , 459, 474
THC-COOH-d ₃ 2TMS	m/z <u>374</u> , 476, 491	THC-COOH 2TMS	m/z <u>371</u> , 473, 488
AMP-d ₅ TMS	m/z <u>120</u> , 197	AMP TMS	m/z <u>116</u> , 100, 192
MAMP-d ₁₁ TMS	m/z <u>136</u> , 96, 217	MAMP TMS	m/z <u>130</u> , 91, 206
MDMA-d ₅ TMS	m/z <u>134</u> , 255	MDMA TMS	m/z <u>130</u> , 250, 100
MDA-d ₅ TMS	m/z <u>120</u> , 241	MDA TMS	m/z <u>116</u> , 100, 236
MDEA-d ₆ TMS	m/z <u>150</u> , 270	MDEA TMS	m/z <u>144</u> , 264, 163
COC-d ₃	m/z <u>185</u> , 85, 306	COC	m/z <u>182</u> , 82, 303
EME-d ₃ TMS	m/z <u>99</u> , 85, 274	EME TMS	m/z <u>96</u> , 82, 271
BZE-d ₃ TMS	m/z <u>243</u> , 85, 364	BZE TMS	m/z <u>240</u> , 82, 361
MAM-d ₆ TMS	m/z <u>405</u> , 343, 290	MAM TMS	m/z <u>399</u> , 340, 287
MOR-d ₃ 2TMS	m/z <u>432</u> , 417, 404	MOR 2TMS	m/z <u>429</u> , 414, 401
COD-d ₆ TMS	m/z <u>377</u> , 286, 237	COD TMS	m/z <u>371</u> , 280, 234
DHC-d ₆ -TMS	m/z <u>379</u> , 318	DHC TMS	m/z <u>373</u> , 282, 315
MTDN-d ₉	m/z <u>78</u> , 299, 390	MTDN	m/z <u>72</u> , 296, 381
MBDB-d ₅	m/z <u>148</u> , 269	MBDB-TMS	m/z <u>144</u> , 250, 264

Tabelle 7: Ionen der verwendeten internen Standards und Analyten im SIM-Modus nach Trimethylsilylierung

Zur Überprüfung der Tauglichkeit der Methode wurden im Vorfeld Tests durchgeführt. Hierzu wurden die „Limits of Detection“ (LOD) für die einzelnen Substanzen in Speichel überprüft. Die Konzentrationen entsprechen den Daten in der Literatur (Toennes, et al., 2005).

Die folgende Tabelle zeigt die LOD für die einzelnen Substanzen:

Substanz	LOD Speichel [$\mu\text{g/l}$]
THC d3	10
THC-OH d3	10
THC-COOH d3	20
Amphetamin d8	20
Methamphetamin d11	5
MDMA d5	10
MDA d5	20
MDEA d6	5
Dihydrocodein d6	10
Methylecgonin d3	20
Benzoylecgonin d3	10
Cocain d3	20
Morphin d3	5
Codein d6	5
6-Monoacetylmorphin d6	5
Methadon d9	20

Tabelle 8: „Limits of Detection“ der einzelnen Substanzen in Speichel

3.6 Enzymimmunoassay (EIA) Serumproben

Die bei Verdacht des Drogenkonsums entnommenen Blutproben wurden im Institut für Rechtsmedizin in Homburg/Saar mittels Enzymimmunoassay analysiert. Hierzu wurden Micro Plate EIA Tests von OraSure Technologies, Inc (OTI) (Bethlehem/PA; USA) für die entsprechende Substanzklasse verwendet. Lediglich bei dem Nachweis von Benzodiazepinen und Cocain und seiner Metaboliten erfolgt der Nachweis unter Einsatz von OTI Intercept[®] Micro Plate EIA Tests, die eigentlich zur Beurteilung von Mundflüssigkeitsproben verwendet werden. Der OTI Micro Plate EIA ist ein kompetitiver Immunoassay zur qualitativen Bestimmung der jeweiligen Substanz in Serum. Proben oder Kalibrator/Kontrollen werden zusammen mit einem gebundenen Haptenderivat in jede Vertiefung gegeben. Es entsteht ein Kampf um die Bindung des auf der Oberfläche fixierten Antikörpers. Die Vertiefungen werden gewaschen. Eine Farbentwicklung erfolgt nach Zugabe des Substrates. Der entstehende Absorptionswert ist der in der Probe oder Kalibrator-/Kontrollflüssigkeit enthaltenen Menge der nachzuweisenden Substanz umgekehrt proportional. Alle Proben mit Absorptionswerten unterhalb oder gleich des Absorptionswertes für den OTI Serum Cut-off Calibrator werden als positiv gewertet. Zum Auslesen des Ergebnisses wird ein Bio-Rad Coda Microplate System verwendet. Da der Test nur ein vorläufiges Analyseergebnis liefert, sollte eine Bestätigung durch eine Methode höherer Spezifität verwendet werden. Die bevorzugte Methode ist die Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS).

Cut-off-Werte der Hersteller [ng/ml]	Absorptionswert [nm]
Amphetamin 100	450
Methamphetamin (MDMA,MDEA;PMMA) 100	450
Morphin 20	450
Opiate (einschließlich Morphin und Codein) 100	450
Cocain (einschließlich BZE und EME) 5	450
Benzodiazepine 1	450

Tabelle 9: Cut-off-Grenzen und Absorptionswerte bei EIA in Serum

3.7 Sensitivität und Spezifität

Die Sensitivität und Spezifität dienen zur Charakterisierung der Qualität diagnostischer Tests.

Die Sensitivität drückt aus, mit welcher Wahrscheinlichkeit der Test beim zu untersuchenden Merkmal wirklich anspricht, wenn dieses auch sicher vorliegt.

Die Spezifität dagegen gibt an, wie sicher der Test wirklich das Vorhandensein des relevanten Merkmals anzeigt, d.h. es wird die Wahrscheinlichkeit angegeben, mit der der Test negativ ausfällt, wenn das zu untersuchende Merkmal nicht vorhanden ist.

$$\text{Sensitivität} = \text{RP}/(\text{RP}+\text{FN})$$

$$\text{Spezifität} = \text{RN}/(\text{RN}+\text{FP})$$

Formeln 1 und 2: Berechnungsformeln für Sensitivität und Spezifität, wobei *RP* für „Richtig positiv“, *RN* für „Richtig negativ“, *FP* für „Falsch positiv“ und *FN* für „Falsch negativ“ steht.

3.8 Positiv (PPW) und Negativ prädiktiver Wert (NPW)

Mit dem positiv prädiktiven Wert bezeichnet man die Wahrscheinlichkeit, ein bestimmtes Merkmal anhand eines positiven Testergebnisses zu erkennen. Entsprechend bezeichnet der negativ prädiktive Wert die Wahrscheinlichkeit, das Fehlen des entsprechenden Merkmals anhand eines negativen Ergebnisses zu erkennen.

$$\text{Positiv prädiktiver Wert} = \text{RP}/(\text{RP}+\text{FP})$$

$$\text{Negativ prädiktiver Wert} = \text{RN}/(\text{RN}+\text{FN})$$

Formeln 3 und 4: Berechnungsformeln für Positiv und Negativ prädiktiver Wert, wobei *RP* für „Richtig positiv“, *RN* für „Richtig negativ“, *FP* für „Falsch positiv“ und *FN* für „Falsch negativ“ steht.

3.9 Genauigkeit

Die Genauigkeit ist ein Maß für die Übereinstimmung zwischen dem (einzelnen) Messergebnis und dem wahren Wert der Messgröße. Indem die Anzahl der richtig positiven und richtig negativen Ergebnisse durch sämtliche Ergebnisse dividiert wird, wird die Genauigkeit, mit der ein einzelner Test arbeitet, ermittelt.

$$\text{Genauigkeit} = \frac{RP+RN}{\text{Alle}}$$

Formel 5: Berechnungsformel für die Genauigkeit eines Tests, wobei *RP* für „Richtig positiv“, *RN* für „Richtig negativ“ stehen

4. Ergebnisse

4.1 Methodenoptimierung

4.1.1 Vergleichbarkeit der Speicheltests

Um für die GC-MS gleiche Analysevoraussetzungen zu schaffen und somit die Vergleichbarkeit der einzelnen Tests untereinander zu gewährleisten, war eine Änderung mehrerer Parameter des Verfahrens der Speichelgewinnung nach erfolgtem Roadside-Einsatz bei einzelnen Testsystemen nötig. Das zu Grunde liegende Standardverfahren zur Probenaufarbeitung wurde im Rahmen dieser Doktorarbeit den jeweiligen Eigenschaften der einzelnen Speicheltests angepasst und um einige Schritte ergänzt.

4.1.1.1 OraLab®

4.1.1.1.1 Parameter 1 - Elution der Cannabinoide

Die Cannabinoide wurden mit 1,75 ml Methanol/Aceton eluiert. Danach wurde abweichend vom Standardverfahren noch einmal zusätzlich mit 1,75 ml Methanol/Aceton gewaschen. Dieses Eluat wurde im Anschluss verworfen. Das erste Eluat wurde dann zu Analyse Zwecken weiterverwendet.

4.1.1.1.2 Parameter 2 - Eindampfen des Cannabinoid-Eluats

Das zuvor gewonnene Cannabinoid-Eluat wurde bei 60°C unter Stickstoff bis auf einen Rest von etwa 0,2 ml eingedampft.

4.1.1.1.3 Parameter 3 - Ausschütteln der Cannabinoide

Die verbliebenen 0,2 ml Eluat wurden mit 1 ml Iso-Hexan und 0,2 ml destilliertem Wasser ausgeschüttelt und für fünf Minuten zentrifugiert. Im Anschluss wurde die organische Phase abgenommen und bis zur Trockne eingedampft.

4.1.1.1.4 Parameter 4 - Extraktion der übrigen relevanten Betäubungsmittel

Nach der gemäß Standardverfahren durchgeführten Elution der restlichen BTM, wurde das Eluat unter Stickstoff bei 45°C bis auf 0,2 ml eingedampft.

4.1.1.1.5 Parameter 5 -Extraktion der BTM Cocain und Benzoylcegonin

Das verbliebene Eluat wurde mit 0,2 ml eines Gemisches aus rauchender Salzsäure, 10-M-Natronlauge und gesättigter Ammoniumsulfat-Lösung auf einen pH-Wert von 8,8 eingestellt. Anschließend wurde 1 ml eines Lösungsgemischs aus Ethylacetat/Propanol/Dichlormethan hinzugefügt und für fünf Minuten zentrifugiert. Die obere, organische Phase wurde abgenommen und aufbewahrt.

4.1.1.1.6 Parameter 6 - Ausschütteln der verbliebenen BTM im stark alkalischen Bereich

Das restliche Eluat aus dem vorherigen Schritt wurde nun mit 0,2 ml 10-M-Natronlauge stark alkalisch gemacht. Nach erneuter Zugabe des Lösungsgemischs aus 1 ml Ethylacetat/Propanol/Dichlormethan wurde nochmals für fünf Minuten zentrifugiert. Die obere Phase wurde im Anschluss abgenommen und zu dem aufbewahrten Überstand der zuvor erfolgten Extraktion gegeben. Die Probe wurde nun bis zur Trockne eingedampft. Die weiteren Schritte folgten dem Standardverfahren.

4.1.1.2 OralStat®

4.1.1.2.1 Parameter 7 - Elution der Cannabinoide

Auch bei diesem Test erfolgte die Elution der Cannabinoide mit 1,75 ml Methanol/Aceton. Weitere 1,75 ml wurden als zusätzlicher Waschschrift verwendet. Mit dem zuerst gewonnenen Eluat wurde weiter nach dem Standardverfahren vorgegangen. Die zweiten 1,75 ml Eluat wurden auch hier verworfen.

4.1.1.2.2 Parameter 8 – Eindampfen des Cannabinoid-Eluats

Das zuvor gewonnene Cannabinoid-Eluat wurde auch bei diesem Test bei 60°C unter Stickstoff bis auf einen Rest von etwa 0,2 ml eingedampft.

4.1.1.2.3 Parameter 9 - Ausschütteln der Cannabinoide

Die verbliebenen 0,2 ml Eluat wurden mit 1 ml Iso-Hexan und 0,2 ml destilliertem Wasser ausgeschüttelt und für fünf Minuten zentrifugiert. Im Anschluss wurde die organische Phase abgenommen und bis zur Trockne eingedampft.

4.1.2 Parameter Derivatisierungstemperatur

Des Weiteren erfolgte die Untersuchung hinsichtlich einer geeigneten Derivatisierungstemperatur von Eluaten mittels MSTFA. Die besten Ergebnisse zeigten sich hier bei einer Temperatur von maximal 80° Celsius. Höhere Temperaturen führten zu einem Auskristallisieren des Eluats und machten dieses unbrauchbar. Bei der Derivatisierung der Cannabinoide mittels MSTFA sind allerdings nur maximal 60° Celsius möglich.

4.2 Ergebnisse der untersuchten Speicheltests

Im Rahmen dieser Arbeit wurden insgesamt 465 Proben mit 17205 Einzelergebnissen ausgewertet, wovon 106 Proben als ungültig (22,79 %) eingestuft wurden.

79 Proben stammten von OraLab[®] Testsystemen. 34 Proben dieses Tests waren ungültig (43,04 %), die übrigen 45 Proben gültig, wobei bei 14 Proben (31,11 %) kein Serum vorlag. Von den 45 gültigen Ergebnissen konnte Morphin 45-mal, Amphetamin 44-mal, Methamphetamin 37-mal, THC 38-mal und Cocain 45-mal ausgewertet werden. Bei Morphin wurde in allen Fällen ein negatives Ergebnis angezeigt. Bei Amphetamin lag in zehn Fällen (22,72 %), bei Methamphetamin in einem Fall (2,7 %), bei THC in vier Fällen (10,53 %) und bei Cocain in einem Fall (2,22 %) ein positives Ergebnis vor.

Beim Dräger DrugTest[®] gab es insgesamt 191 Proben, davon waren 49 ungültig (25,65 %). Bei 142 gültigen Proben gab es bei den Opiaten 136 Fälle mit fünf positiven Ergebnissen (3,67 %). Bei Amphetamin waren es 140 gültige Proben mit 47 positiven Ergebnissen (33,57 %), bei den Methamphetaminen 140 gültige mit 17 positiven Ergebnissen (12,14 %), bei THC 140 gültige mit 44 positiven Werten (31,43 %) und bei Cocain 136 auswertbare Fälle mit 17 positiven Ergebnissen (12,5 %). Bei 25 der gültigen Proben (17,61 %) lag kein Serum vor.

Von 135 OralStat[®] Proben waren 19 (14,07 %) nicht auswertbar. Bei den 116 gültigen Fällen ließen sich die Opiate 108-mal, die Amphetamine 111-mal, Methamphetamin 107-mal, THC 111-mal und Cocain 107-mal auswerten. Bei den Opiaten waren 13 Fälle positiv (12,04 %), bei Amphetamin 46 Fälle (41,44 %), bei Methamphetamin 17 Fälle (15,89 %), bei THC 31 Fälle (27,93 %) und bei Cocain sieben Fälle (6,542 %). Von den gültigen Proben existierte bei 19 (16,38 %) Proben kein Serum.

Bei den BIOSENS[®] Biolab Ergebnissen gab es von 60 Proben vier ungültige (6,67 %). Bei den verwertbaren 56 Proben waren bei den Opiaten 56 Fälle auswertbar (zwei positive Fälle, 3,57 %), bei der Gruppe Amphetamin/Ecstasy 56 Fälle (8-mal positiv, 14,29 %), ebenfalls 56 auswertbare Fälle bei Cocain (15 positive Fälle, 26,79 %). Bei THC lagen von 22 Tests, 18 auswertbare Fälle vor, wovon sechs positiv waren (33,33 %). Bei einem Test (1,66 %) lag kein Serum zum Vergleich vor.

Bei gültigen Proben wurden folgende Vergleiche durchgeführt:

- Speichel-Immunoassay mit Speichel GC-MS
- Speichel-Immunoassay mit Serum EIA
- Speichel-Immunoassay mit Serum GC-MS

Somit wurden die richtig positiven, richtig negativen beziehungsweise die falsch positiven und falsch negativen Ergebnisse ermittelt.

Die folgenden Tabellen zeigen die jeweiligen Ergebnisse für die einzelnen Tests:

4.2.1 OraLab®

Die unten aufgeführte Tabelle zeigt die richtig positiven Ergebnisse des Vortests OraLab®, verglichen mit EIA und GC-MS Serum und GC-MS Speichel.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Morphin	0	0	0
Amphetamin	9	8	4
Methamphetamin	0	0	0
THC	3	2	2
Cocain	0	0	0
Gesamt	12	10	6

Tabelle 10: Richtig positive Ergebnisse OraLab®

Tabelle 11 enthält die falsch negativen Ergebnisse gemäß den EIA und GC-MS Analysen für OraLab®.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Morphin	0	1	0
Amphetamin	4	5	1
Methamphetamin	0	0	0
THC	9	10	7
Cocain	1	0	0
Gesamt	14	16	8

Tabelle 11: Falsch negative Ergebnisse OraLab®

Die folgende Tabelle zeigt die falsch positiven Ergebnisse des Speichelvortests OraLab®.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Morphin	0	0	0
Amphetamin	1	1	0
Methamphetamin	1	0	1
THC	1	0	0
Cocain	0	0	0
Gesamt	3	1	1

Tabelle 12: Falsch positive Ergebnisse OraLab®

Die Anzahl der richtig negativen Ergebnisse des OraLab[®]-Tests für Serum und Speichel werden in Tabelle 13 gezeigt.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Morphin	44	29	1
Amphetamin	29	15	3
Methamphetamin	35	23	5
THC	23	10	1
Cocain	42	29	1
Gesamt	173	106	11

Tabelle 13: Richtig negative Ergebnisse OraLab[®]

4.2.2 Dräger DrugTest®

Die unten aufgeführte Tabelle zeigt die richtig positiven Ergebnisse des Vortests Dräger DrugTest®, verglichen mit EIA und GC-MS Serum und GC-MS Speichel.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Opiate	5	5	4
Amphetamin	33	25	25
Methamphetamin	15	15	14
THC	37	36	35
Cocain	14	14	12
Gesamt	104	95	90

Tabelle 14: Richtig positive Ergebnisse Dräger DrugTest®

Tabelle 15 enthält die falsch negativen Ergebnisse der EIA und GC-MS Analysen für Dräger DrugTest®.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Opiate	6	8	6
Amphetamin	13	7	8
Methamphetamin	0	0	1
THC	41	45	36
Cocain	2	1	3
Gesamt	62	61	54

Tabelle 15: Falsch negative Ergebnisse Dräger DrugTest®

Die folgende Tabelle zeigt die falsch positiven Ergebnisse des Speichelvortests Dräger DrugTest®.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Opiate	0	0	1
Amphetamin	13	15	2
Methamphetamin	2	1	0
THC	6	6	0
Cocain	3	1	1
Gesamt	24	23	4

Tabelle 16: Falsch positive Ergebnisse Dräger DrugTest®

Die Anzahl der richtig negativen Ergebnisse des Dräger DrugTest®-Tests für Serum und Speichel werden in Tabelle 17 gezeigt.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Opiate	125	98	10
Amphetamin	80	66	14
Methamphetamin	122	96	23
THC	55	27	6
Cocain	117	95	7
Gesamt	499	382	60

Tabelle 17: Richtig negative Ergebnisse Dräger DrugTest®

4.2.3 OralStat®

Die unten aufgeführte Tabelle zeigt die richtig positiven Ergebnisse des Vortests OralStat®, verglichen mit EIA und GC-MS Serum und GC-MS Speichel.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Opiate	9	10	8
Amphetamin	23	16	18
Methamphetamin	10	5	10
THC	24	27	27
Cocain	3	3	3
Gesamt	69	61	66

Tabelle 18: Richtig positive Ergebnisse OralStat®

Tabelle 19 enthält die falsch negativen Ergebnisse der EIA und GC-MS Analysen für OralStat®.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Opiate	3	6	4
Amphetamin	13	8	5
Methamphetamin	0	1	0
THC	21	47	44
Cocain	3	2	2
Gesamt	40	64	55

Tabelle 19: Falsch negative Ergebnisse OralStat®

Die folgende Tabelle zeigt die falsch positiven Ergebnisse des Speichelvortests OralStat®.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Opiate	4	2	3
Amphetamin	23	28	7
Methamphetamin	7	11	0
THC	7	3	0
Cocain	4	3	1
Gesamt	45	47	11

Tabelle 20: Falsch positive Ergebnisse OralStat®

Die Anzahl der richtig negativen Ergebnisse des OralStat[®]-Tests für Serum und Speichel werden in Tabelle 21 gezeigt.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Opiate	92	75	2
Amphetamin	50	41	12
Methamphetamin	90	72	15
THC	51	15	1
Cocain	97	85	12
Gesamt	380	288	42

Tabelle 21: Richtig negative Ergebnisse OralStat[®]

4.2.4 BIOSENS® Biolab

Die unten aufgeführte Tabelle zeigt die richtig positiven Ergebnisse des Vortests BIOSENS® Biolab, verglichen mit EIA und GC-MS Serum und GC-MS Speichel.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Opiate	1	2	4
Amphetamin/XTC	7	0	15
THC	0	5	1
Cocain	4	4	4
Gesamt	12	11	24

Tabelle 22: Richtig positive Ergebnisse BIOSENS® Biolab

Tabelle 23 enthält die falsch negativen Ergebnisse der EIA und GC-MS Analysen für BIOSENS® Biolab.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Opiate	4	1	5
Amphetamin/XTC	26	1	7
THC	2	7	0
Cocain	5	0	5
Gesamt	37	9	17

Tabelle 23: Falsch negative Ergebnisse BIOSENS® Biolab

Die folgende Tabelle zeigt die falsch positiven Ergebnisse des Speichelvortests BIOSENS® Biolab.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Opiate	1	1	0
Amphetamin/XTC	1	2	1
THC	6	1	0
Cocain	11	2	0
Gesamt	19	6	1

Tabelle 24: Falsch positive Ergebnisse BIOSENS® Biolab

Die Anzahl der richtig negativen Ergebnisse des BIOSENS® Biolab-Tests für Serum und Speichel werden in Tabelle 25 gezeigt.

	GC-MS Speichel	EIA Serum	GC-MS Serum
Opiate	50	12	2
Amphetamin/XTC	22	13	2
THC	10	3	2
Cocain	36	10	0
Gesamt	118	38	6

Tabelle 25: Richtig negative Ergebnisse BIOSENS® Biolab

4.3 Qualitätsparameter der einzelnen Tests

Um eine Aussage über die Zuverlässigkeit der Speicheltests zu treffen, wurden die entsprechenden Qualitätsparameter (siehe 3.7-3.9) für die vier unterschiedlichen Speicheltests ermittelt. Hierzu wurden die Ergebnisse der jeweiligen Testsysteme, die direkt vor Ort von einem Polizeibeamten schriftlich vermerkt worden waren, mit den im Labor durch GC-MS ermittelten Ergebnissen der Speichelproben verglichen.

Die vier folgenden Tabellen zeigen die Resultate bezogen auf die einzelnen Tests:

4.3.1 OraLab[®]

	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW	Genauigkeit
Opiate	n.a.	1	n.a.	1	1
Amphetamin	0,692	0,967	0,9	0,879	0,884
Methamph./Designerdrogen	n.a.	0,972	0	1	0,972
THC	0,25	0,958	0,75	0,719	0,722
Cocain	0	1	n.a.	0,976	0,978
Gesamt	0,462	0,982	0,8	0,925	0,915

Tabelle 26: Qualitätsparameter von OraLab[®] (n.a. = nicht auswertbar)

4.3.2 Dräger DrugTest[®]

	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW	Genauigkeit
Opiate	0,454	1	1	0,954	0,955
Amphetamin	0,717	0,860	0,717	0,860	0,813
Methamph./Designerdrogen	1	0,984	0,882	1	0,986
THC	0,474	0,902	0,860	0,573	0,662
Cocain	0,875	0,975	0,824	0,983	0,963
Gesamt	0,630	0,954	0,813	0,891	0,876

Tabelle 27: Qualitätsparameter von Dräger DrugTest[®]

4.3.3 OralStat®

	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW	Genauigkeit
Opiate	0,75	0,958	0,692	0,968	0,935
Amphetamin	0,639	0,685	0,5	0,794	0,669
Methamph./Designerdrogen	1	0,928	0,588	1	0,935
THC	0,533	0,879	0,774	0,708	0,728
Cocain	0,5	0,960	0,429	0,97	0,934
Gesamt	0,633	0,894	0,605	0,905	0,841

Tabelle 28: Qualitätsparameter von OralStat®

4.3.4 BIOSENS® Biolab

	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW	Genauigkeit
Opiate	0,2	0,980	0,5	0,925	0,912
Amphetamin/XTC	0,212	0,956	0,875	0,458	0,518
THC	0	0,857	0	0,947	0,818
Cocain	0,44	0,476	0,266	0,667	0,467
Gesamt	0,245	0,861	0,387	0,761	0,699

Tabelle 29 Qualitätsparameter von BIOSENS® Biolab

Die folgenden Diagramme zeigen die relevanten Qualitätsparameter im Einzelnen und verdeutlichen die unterschiedliche Zuverlässigkeit der verschiedenen Testsysteme in Hinsicht auf die zu untersuchenden Substanzen.

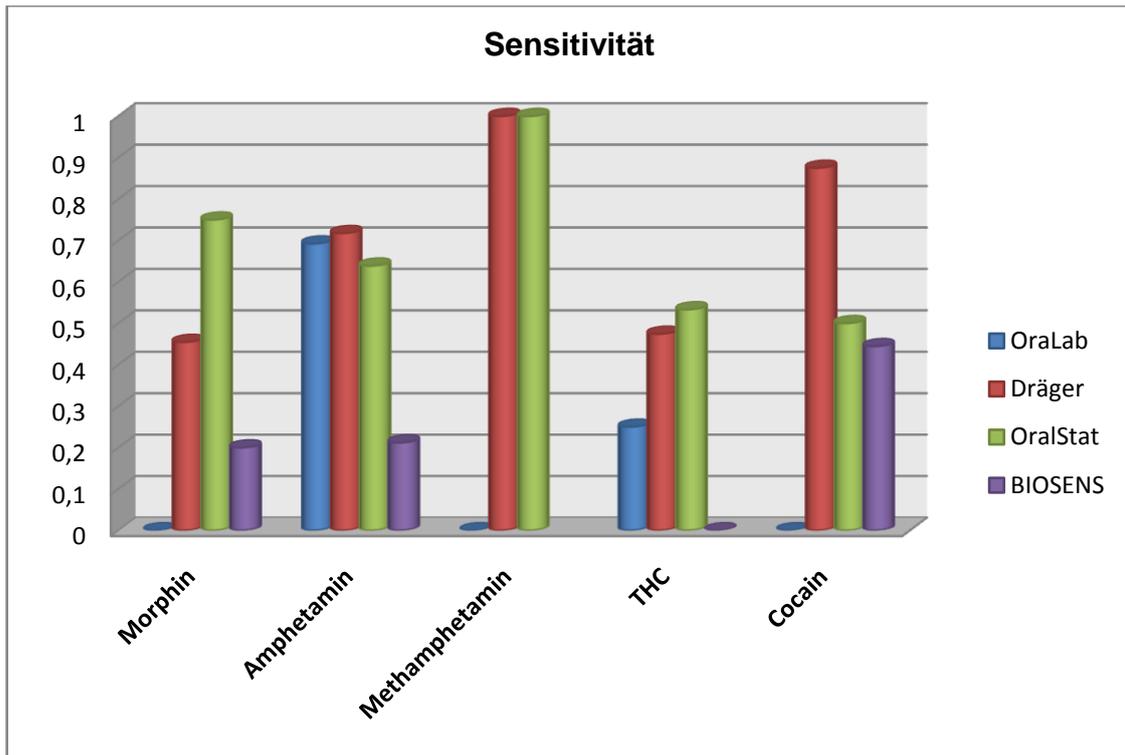


Diagramm 1: Vergleich Sensitivität bezüglich der Substanzklassen der Speichel-Testsysteme

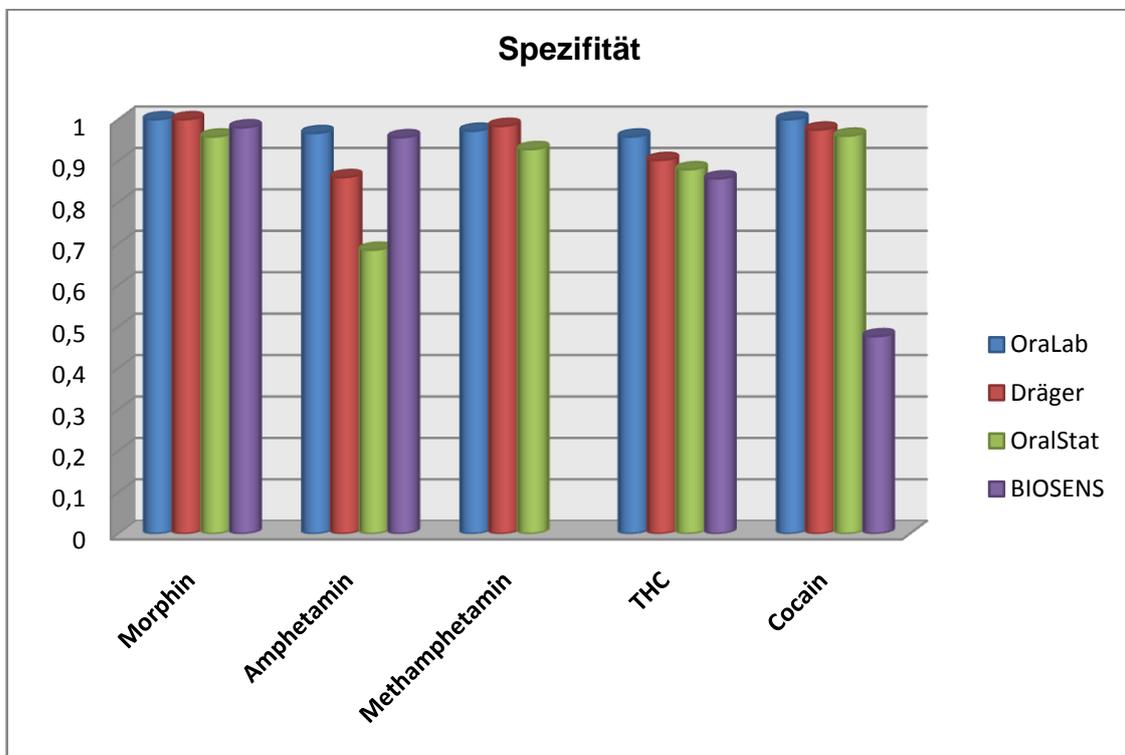


Diagramm 2: Vergleich Spezifität bezüglich der Substanzklassen der Speichel-Testsysteme

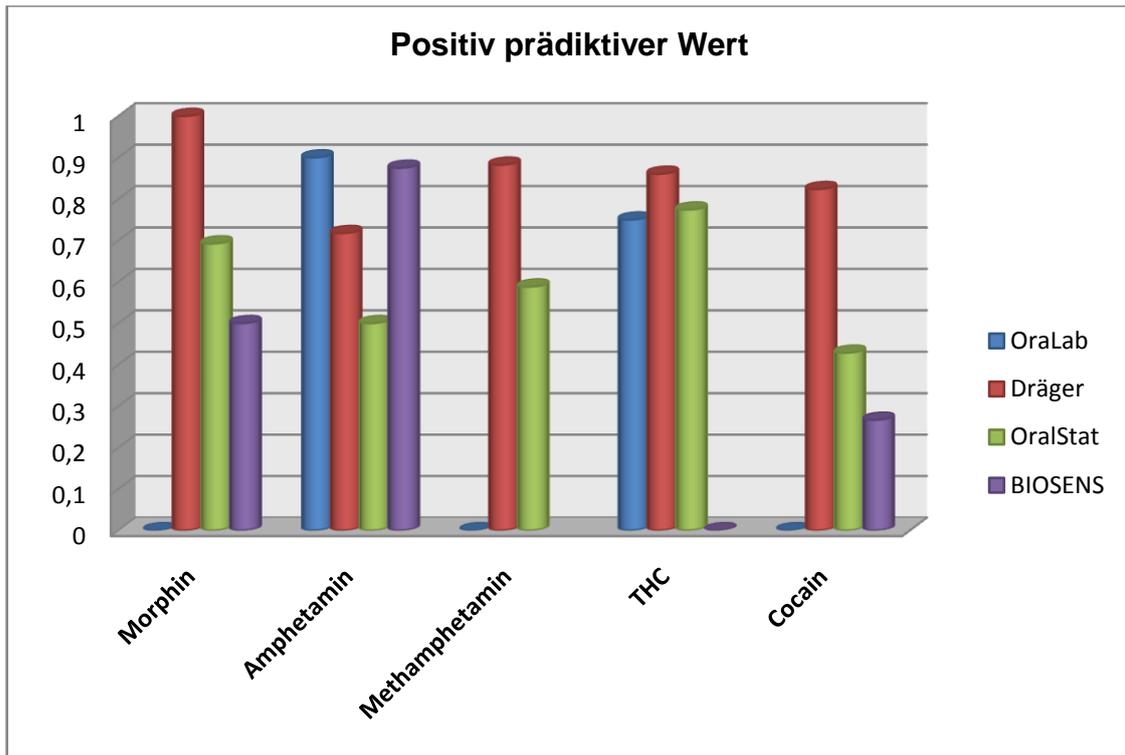


Diagramm 3: Vergleich positiv prädiktiver Wert bezüglich der Substanzklassen der Speichel-Testsysteme

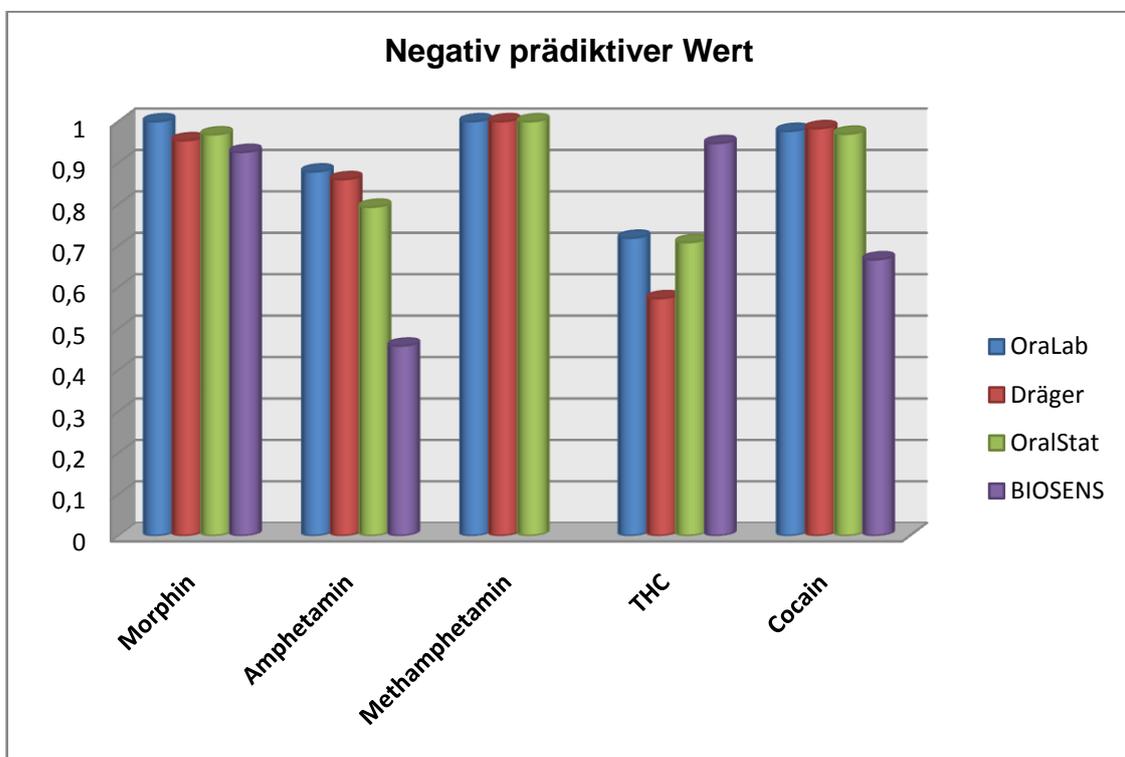


Diagramm 4: Vergleich negativ prädiktiver Wert bezüglich der Substanzklassen der Speichel-Testsysteme

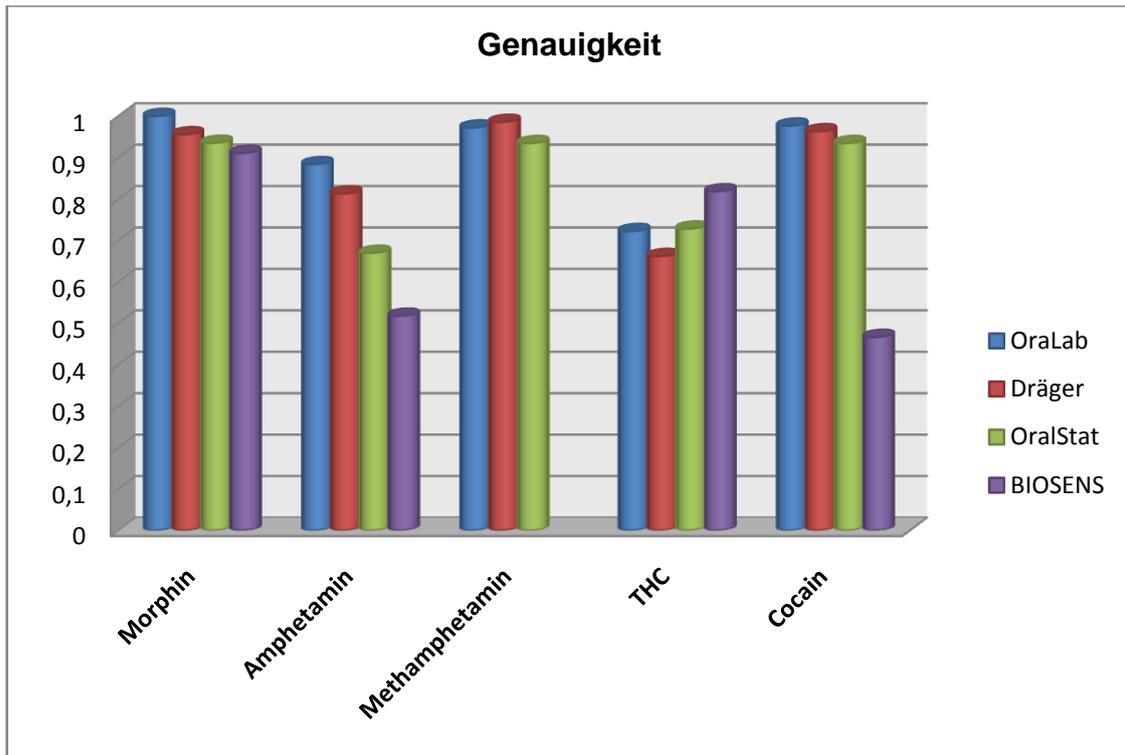


Diagramm 5: Genauigkeit der einzelnen Testsysteme in Bezug auf die relevanten Substanzklassen

Das folgende Diagramm zeigt die Qualitätsparameter der einzelnen Tests im Gesamtüberblick.

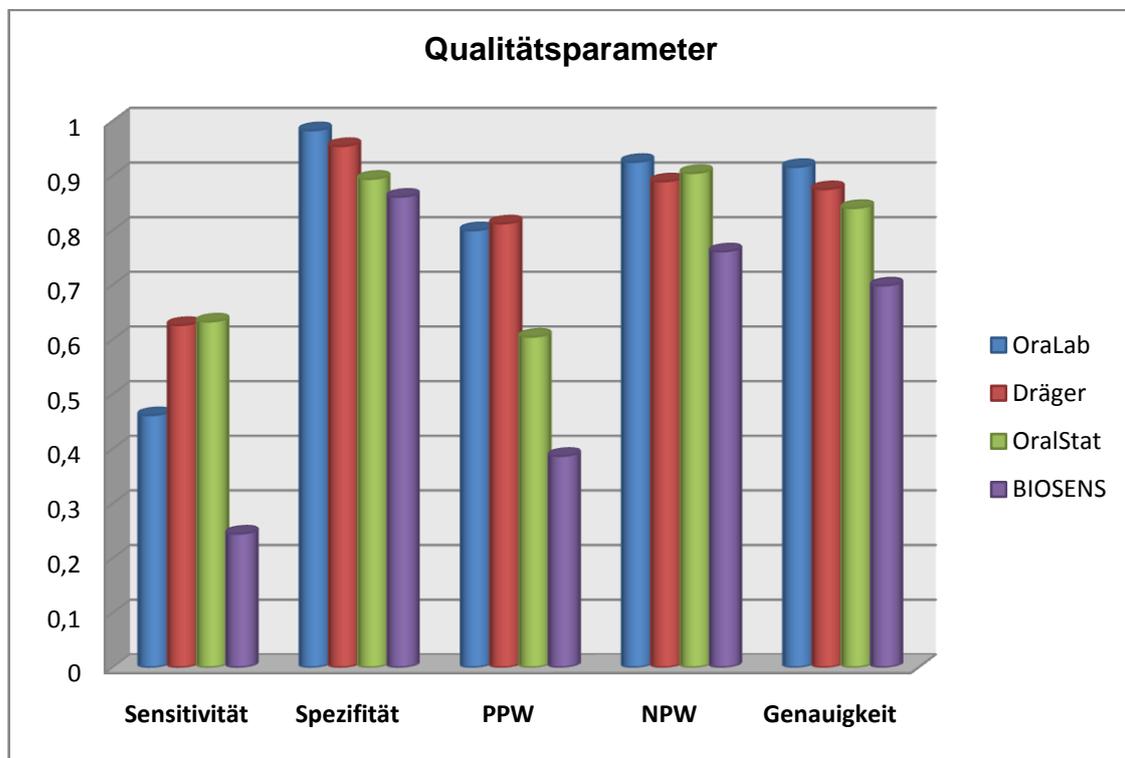


Diagramm 6: Überblick der Qualitätsparameter der einzelnen Testsysteme

4.4 Vergleichbarkeit der Analyseergebnisse in Speichel und Blut

Beim OraLab[®] konnten 47 Speichelergebnisse bei EIA Blut und 28 bei GC-MS Blut ermittelt werden. Hierbei wurde unter Berücksichtigung der EIA Ergebnisse bei elf Fällen (23,4 %) der Konsum mehrerer Substanzen identifiziert.

Von 191 Proben konnten bei dem Dräger DrugTest[®] 143 EIA Ergebnisse und 121 GC-MS Ergebnisse mit Speichel verglichen werden. Hierbei war bei 48 Fällen (33,57 %) ein Mehrfachkonsum festzustellen.

Beim Oralstat[®]-Test war eine Überprüfung von 112 Ergebnissen aus EIA Blut und von 99 Ergebnissen aus GC-MS Blut möglich. In 42 Fällen (37,5 %) wurde hier die Verwendung mehrerer Substanzen ermittelt.

Mit Hilfe des BIOSENS[®] Biolab Tests konnten 60 Proben untersucht werden. Hierbei war beim Vergleich zwischen den Speichelergebnissen und den Ergebnissen aus EIA Blut nur in 17 Fällen eine Überprüfung möglich. Es war jedoch bei 42 Fällen ein Ergebnisvergleich zwischen Speichel und GC-MS Blut möglich. Bei zwölf Fällen (28,57 %) wurden mehrere Substanzen konsumiert.

Bei insgesamt 344 Blutproben wurde in 112 Fällen (32,56 %) das Vorhandensein mehrerer Substanzen festgestellt. Die häufigste Kombination war Amphetamin mit Cannabinoiden in 52 Fällen (46,43 %), gefolgt von Opiaten mit Cannabinoiden in 15 Fällen (13,39 %) und Opiaten mit Cocain in elf Fällen (9,82 %). Weitere mögliche Kombinationen lagen nur vereinzelt vor, wobei jedoch bei 13 Fällen (11,61 %) drei Substanzen und in vier Fällen (3,57 %) sogar vier konsumierte Substanzen nachzuweisen waren.

In etwas mehr als in der Hälfte der Fälle (188 Fälle, 54,65 %) wurde ein Monokonsum festgestellt. Dabei handelte es sich in 152 Fällen (80,85 %) um Cannabinoide. In 26 Fällen (13,83 %) wurde der Gebrauch von Amphetaminen nachgewiesen. Danach folgen mit vier Fällen (2,13 %) die Opiate und mit jeweils drei Fällen Methamphetamin (1,59 %) und Cocain (1,59 %).

Das nachstehende Diagramm spiegelt das festgestellte Konsumverhalten graphisch wider:

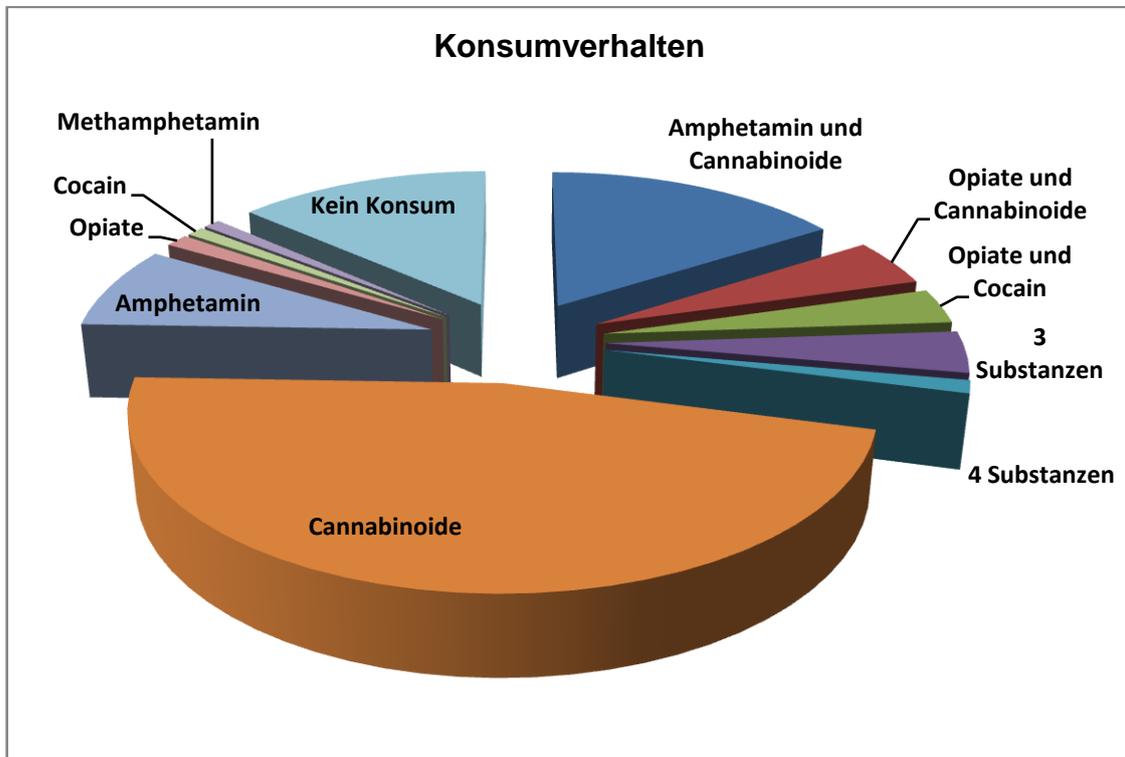


Diagramm 7: Konsumverhalten bei den analysierten Serumproben

Im Folgenden wurden die GC-MS Ergebnisse der analysierten Speichelproben mit denen des dazugehörigen Blutes (jeweils EIA und GC-MS) verglichen und die Werte für Sensitivität, Spezifität, positiver prädiktiver Wert, negativer prädiktiver Wert und Genauigkeit ermittelt (siehe 3.6 bis 3.8).

4.4.1 OraLab® - Vergleich der GC-MS Speichel-Ergebnisse mit den EIA Blut-Ergebnissen

	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW	Genauigkeit
Opiate	0	1	n.a.	0,967	0,967
Amphetamin	0,692	0,823	0,75	0,778	0,767
Methamphetamin	n.a.	1	n.a.	1	1
THC	0,706	0,909	0,923	0,667	0,786
Cocain	n.a.	1	n.a.	1	1
Gesamt	0,677	0,966	0,84	0,918	0,905

Tabelle 30: Qualitätsparameter des Vergleichs der Speichel-Ergebnisse (GC-MS) mit den Blut-Ergebnissen (EIA) für OraLab® (n.a. = nicht auswertbar)

4.4.2 Dräger DrugTest® - Vergleich der GC-MS Speichel-Ergebnisse mit den EIA Blut-Ergebnissen

	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW	Genauigkeit
Opiate	0,692	0,990	0,9	0,963	0,957
Amphetamin	0,939	0,939	0,861	0,975	0,939
Methamphetamin	0,929	1	1	0,990	0,991
THC	0,829	0,882	0,944	0,682	0,845
Cocain	0,867	0,990	0,929	0,981	0,974
Gesamt	0,854	0,974	0,925	0,947	0,942

Tabelle 31: Qualitätsparameter des Vergleichs der Speichel-Ergebnisse (GC-MS) mit den Blut-Ergebnissen (EIA) für Dräger DrugTest®

4.4.3 OralStat® - Vergleich der GC-MS Speichel-Ergebnisse mit den EIA Blut-Ergebnissen

	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW	Genauigkeit
Opiate	0,6875	0,987	0,917	0,939	0,937
Amphetamin	0,917	0,829	0,647	0,967	0,851
Methamphetamin	1	0,989	0,75	1	0,989
THC	0,667	1	1	0,423	0,733
Cocain	1	0,989	0,833	1	0,989
Gesamt	0,742	0,957	0,856	0,915	0,902

Tabelle 32: Qualitätsparameter des Vergleichs der Speichel-Ergebnisse (GC-MS) mit den Blut-Ergebnissen (EIA) für OralStat®

4.4.4 BIOSENS® Biolab - Vergleich der GC-MS Speichel-Ergebnisse mit den EIA Blut-Ergebnissen

	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW	Genauigkeit
Opiate	1	0,923	0,75	1	0,9375
Amphetamin	1	0,867	0,333	1	0,875
Methamphetamin	n.a.	1	n.a.	1	1
THC	0,1667	1	1	0,286	0,375
Cocain	1	1	1	1	1
Gesamt	0,5	0,95	0,769	0,851	0,8375

Tabelle 33: Qualitätsparameter des Vergleichs der Speichel-Ergebnisse (GC-MS) mit den Blut-Ergebnissen (EIA) für BIOSENS® Biolab (n.a. = nicht auswertbar)

Die folgenden Diagramme zeigen den Vergleich der Ergebnisse der jeweiligen Qualitätsparameter von Speichel (GC-MS) und Blut (EIA) bezogen auf die einzelnen Substanzgruppen der jeweiligen Tests.

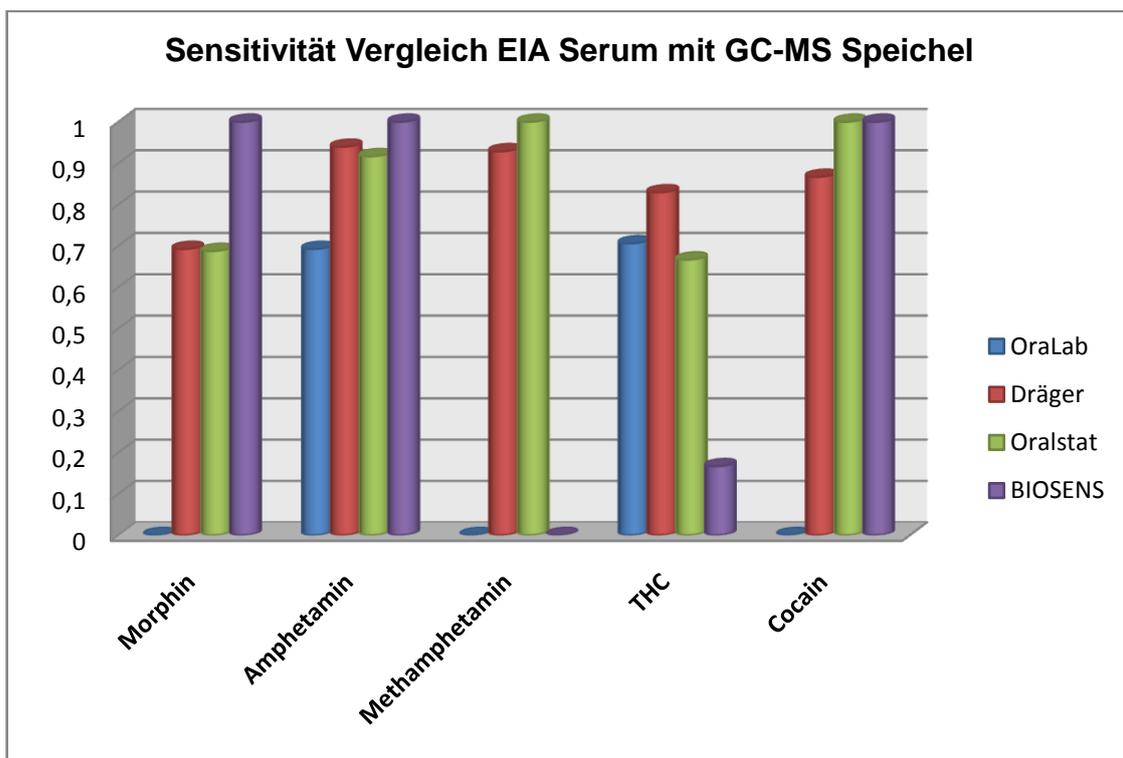


Diagramm 8: Vergleich Sensitivität Speichel GC-MS mit Blut EIA

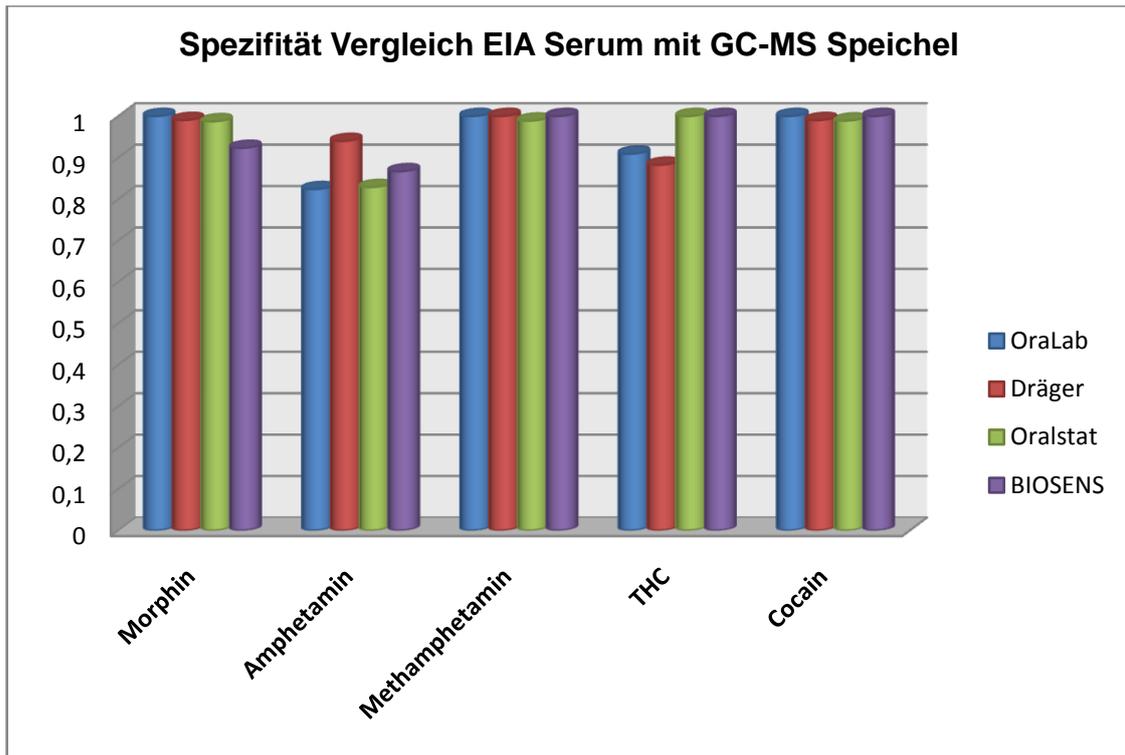


Diagramm 9: Vergleich Spezifität Speichel GC-MS mit Blut EIA

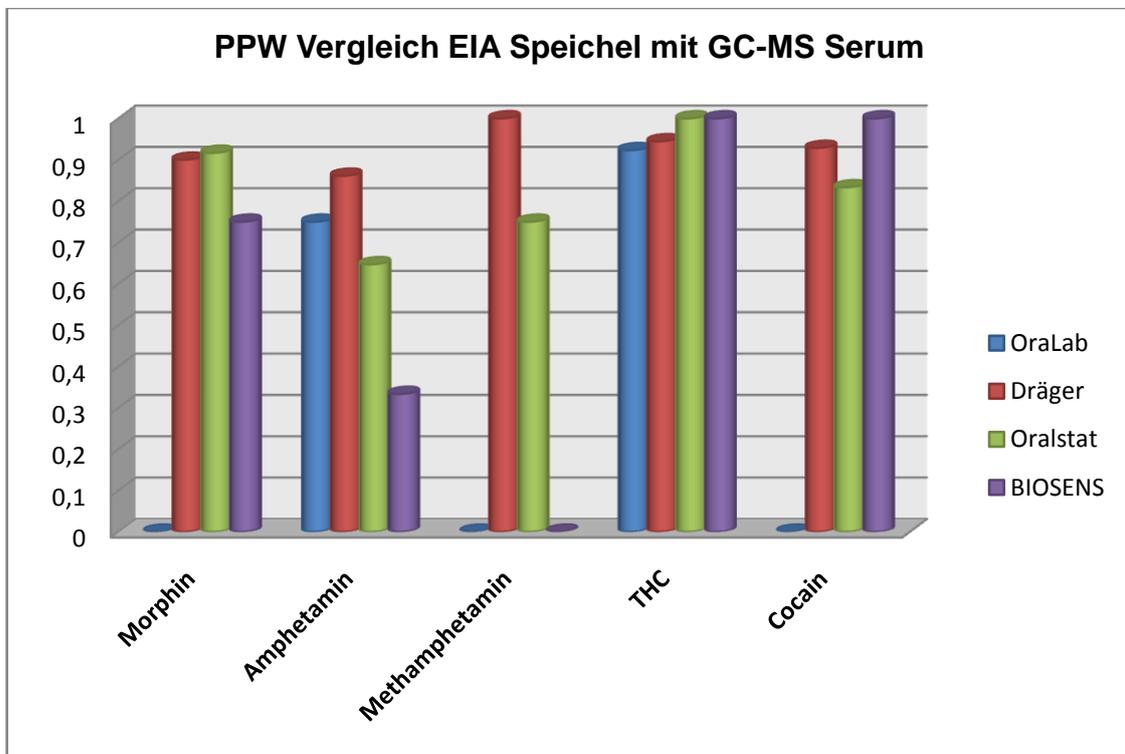


Diagramm 10: Vergleich positiv prädiktiver Wert Speichel GC-MS mit Blut EIA

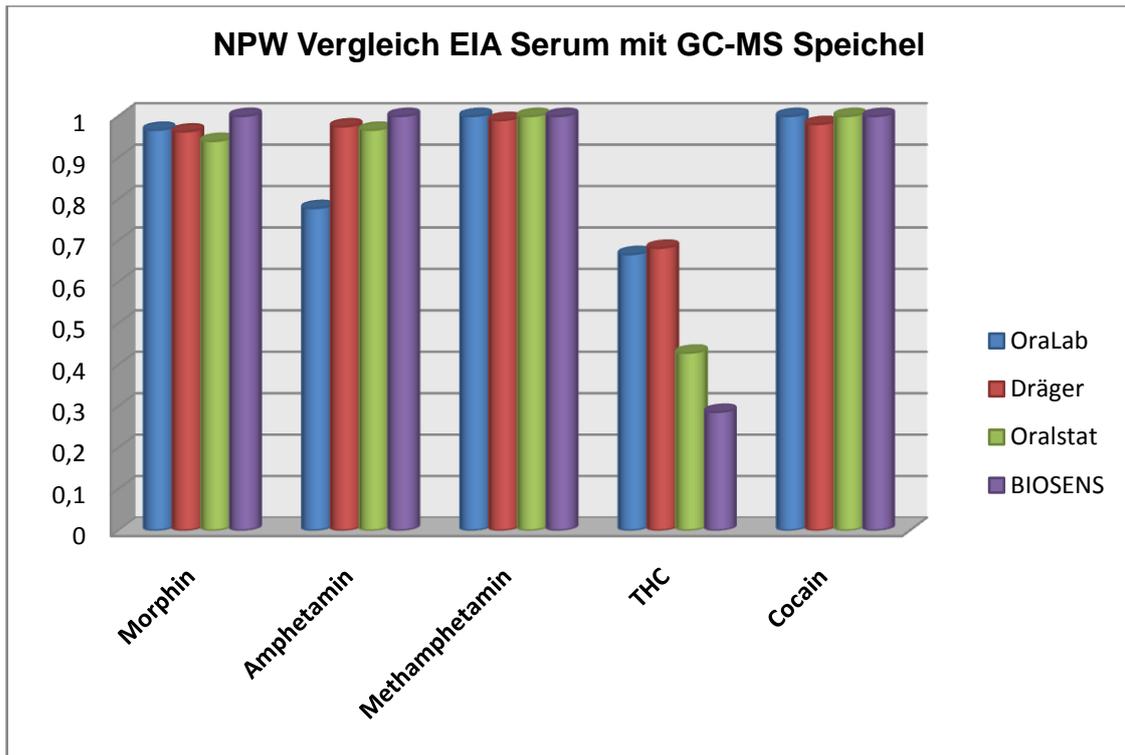


Diagramm 11: Vergleich negativ prädiktiver Wert Speichel GC-MS mit Blut EIA

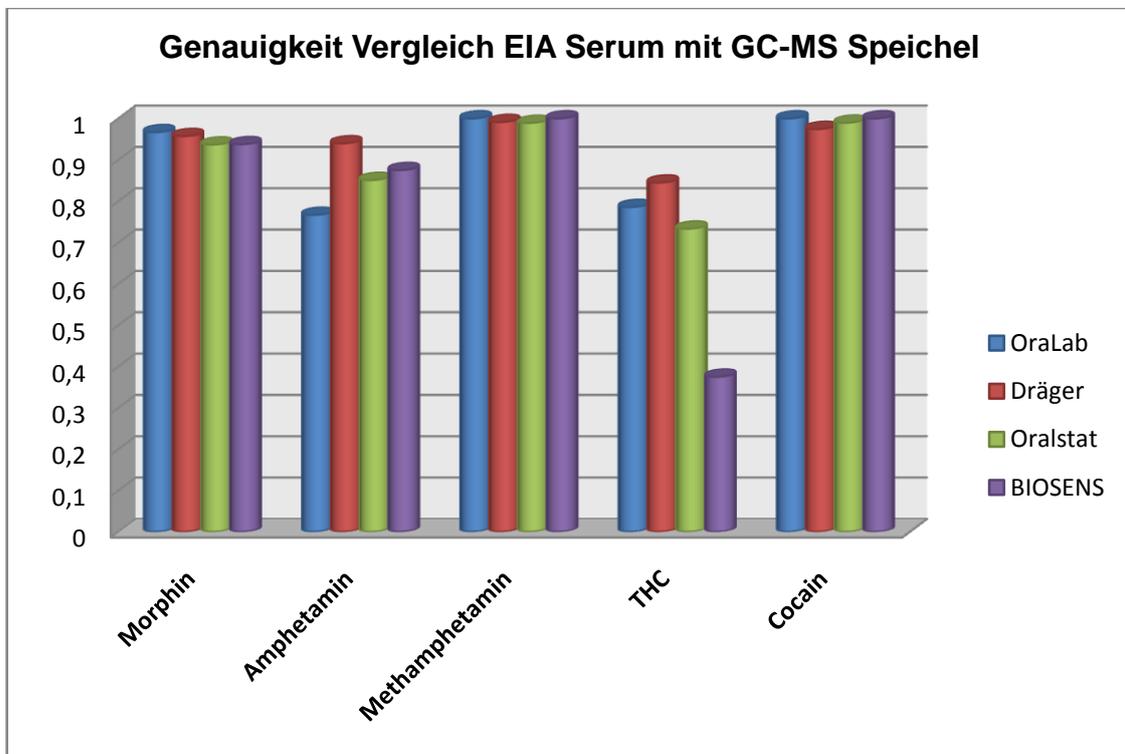


Diagramm 12: Genauigkeit der einzelnen Tests in Bezug auf die relevanten Einzelsubstanzen

Das folgende Diagramm zeigt die einzelnen Qualitätsparameter für den Vergleich Speichel GC-MS mit Blut EIA der unterschiedlichen Tests im Gesamtüberblick:

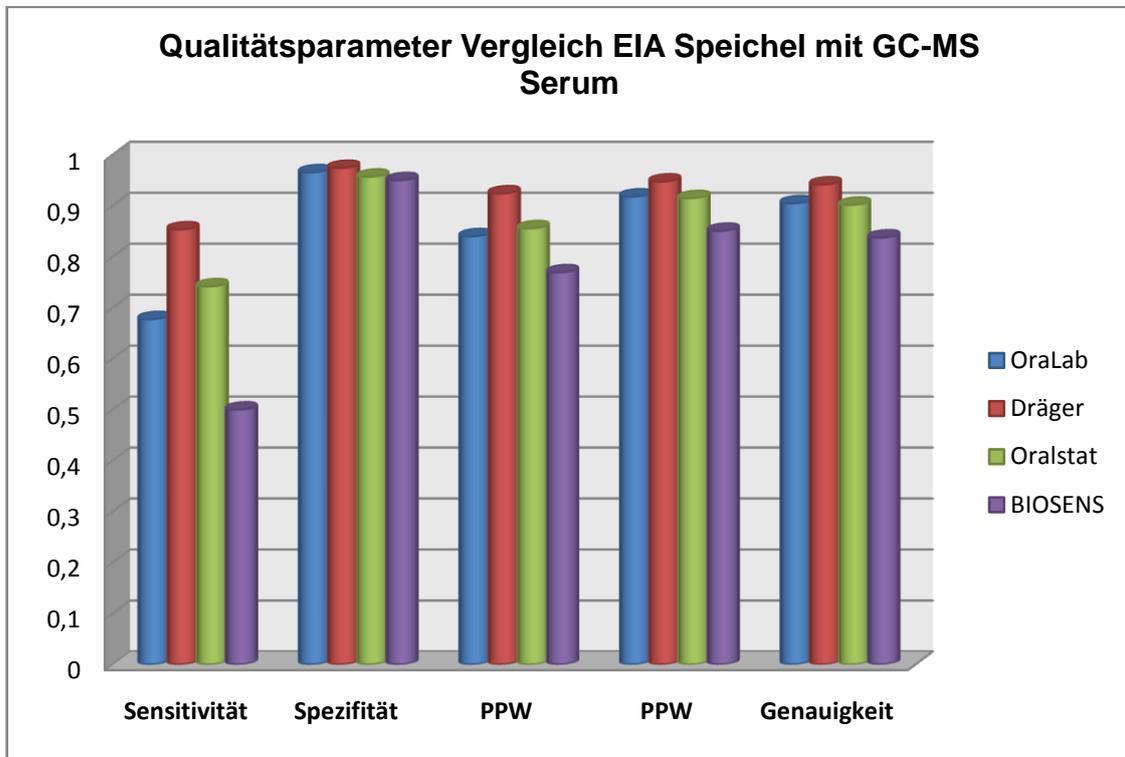


Diagramm 13: Qualitätsparameter Vergleich Speichel GC-MS versus Blut EIA im Gesamtüberblick

4.4.5 OraLab® - Vergleich der GC-MS Speichelergebnisse mit den GC-MS Blutergebnissen

	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW	Genauigkeit
THC	0,909	1	1	0,5	0,917
AMPH	0,8	1	1	0,75	0,875
METH	n.a.	1	n.a.	1	1
EME	n.a.	1	n.a.	1	1
MDA	n.a.	1	n.a.	1	1
MDMA	n.a.	1	n.a.	1	1
MBDB	n.a.	1	n.a.	1	1
METHADON	n.a.	1	n.a.	1	1
BZE	n.a.	1	n.a.	1	1
DHC	n.a.	1	n.a.	1	1
MO	n.a.	1	n.a.	1	1
MDE	n.a.	1	n.a.	1	1
COC	n.a.	1	n.a.	1	1
COD	n.a.	1	n.a.	1	1
MAM	n.a.	1	n.a.	1	1
Gesamt	0,875	1	1	0,959	0,968

Tabelle 34: Qualitätsparameter des Vergleichs der GC-MS Speichelergebnisse mit den GC-MS Blutergebnissen für OraLab® (n.a. = nicht auswertbar)

4.4.6 Dräger DrugTest® - Vergleich der GC-MS Speichelergebnisse mit den GC-MS Blutergebnissen

	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW	Genauigkeit
THC	0,859	0,6	0,968	0,231	0,842
AMPH	0,966	1	1	0,958	0,981
METH	n.a.	1	n.a.	1	1
EME	0,5	1	1	0,706	0,773
MDA	0,571	1	1	0,793	0,838
MDMA	0,857	1	1	0,92	0,946
MBDB	n.a.	1	n.a.	1	1
METHADON	0,667	1	1	0,955	0,958
BZE	0,733	0,875	0,917	0,636	0,783
DHC	n.a.	1	n.a.	1	1
MO	0,778	0,923	0,875	0,857	0,864
MDE	1	1	1	1	1
COC	1	1	1	1	1
COD	0,6	1	1	0,765	0,826
MAM	1	1	1	1	1
Gesamt	0,81	0,987	0,974	0,898	0,922

Tabelle 35: Qualitätsparameter des Vergleichs der GC-MS Speichelergebnisse mit den GC-MS Blutergebnissen für den Dräger DrugTest® (n.a. = nicht auswertbar)

4.4.7 OralStat® - Vergleich der GC-MS Speichelergebnisse mit den GC-MS Blutergebnissen

	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW	Genauigkeit
THC	0,686	1	1	0,043	0,690
AMPH	1	0,809	0,846	1	0,907
METH	n.a.	1	n.a.	1	1
EME	1	1	1	1	1
MDA	1	1	1	1	1
MDMA	1	1	1	1	1
MBDB	n.a.	1	n.a.	1	1
METHADON	1	1	1	1	1
BZE	1	1	1	1	1
DHC	n.a.	1	n.a.	1	1
MO	0,917	0,8	0,917	0,8	0,882
MDE	n.a.	1	n.a.	1	1
COC	1	1	1	1	1
COD	1	1	1	1	1
MAM	1	0,889	0,889	1	0,941
Gesamt	0,836	0,975	0,952	0,912	0,924

Tabelle 36: Qualitätsparameter des Vergleichs der GC-MS Speichelergebnisse mit den GC-MS Blutergebnissen für OralStat® (n.a. = nicht auswertbar)

4.4.8 BIOSENS® Biolab - Vergleich der GC-MS Speichelergebnisse mit den GC-MS Blutergebnissen

	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW	Genauigkeit
THC	0,304	1	1	0,111	0,36
AMPH	0,9375	0,667	0,9375	0,667	0,895
METH	1	1	1	1	1
EME	n.a.	1	n.a.	1	1
MDA	1	1	1	1	1
MDMA	1	0,333	0,889	1	0,895
MBDB	n.a.	1	n.a.	1	1
METHADON	n.a.	1	n.a.	1	1
BZE	0,75	1	1	0,5	0,8
DHC	n.a.	1	n.a.	1	1
MO	1	1	1	1	1
MDE	n.a.	1	n.a.	1	1
COC	0	1	n.a.	0,667	0,667
COD	1	1	1	1	1
MAM	1	1	1	1	1
Gesamt	0,762	0,92	0,955	0,629	0,809

Tabelle 37: Qualitätsparameter des Vergleichs der GC-MS Speichelergebnisse mit den GC-MS Blutergebnissen für BIOSENS® Biolab (n.a. = nicht auswertbar)

Die folgenden Diagramme zeigen den Vergleich zwischen den Ergebnissen aus GC-MS Speichel und GC-MS Blut bezogen auf die relevanten Einzelsubstanzen. Die verwendeten Abkürzungen für die einzelnen Substanzen in den Diagrammen erläutert die nachfolgende Tabelle. Diese ist für alle noch aufgeführten Diagramme gültig:

Abkürzungen	
THC	Tetrahydrocannabinol
AMPH	Amphetamin
METH	Methamphetamin
EME	Methylecgonin
MDA	3,4-Methylendioxyamphetamin
MDMA	3,4-Methylendioxymethamphetamin
MBDB	3,4-Methylen-dioxyphenyl-2-butanamin
METHADON	Methadon
BZE	Benzoylecgonin
DHC	Dihydrocodein
MO	Morphin
MDE	3,4-Methylendioxyethylamphetamin
COC	Cocain
COD	Codein
MAM	6-Monoacetylmorphin

Tabelle 38: Abkürzungen der untersuchten Substanzen

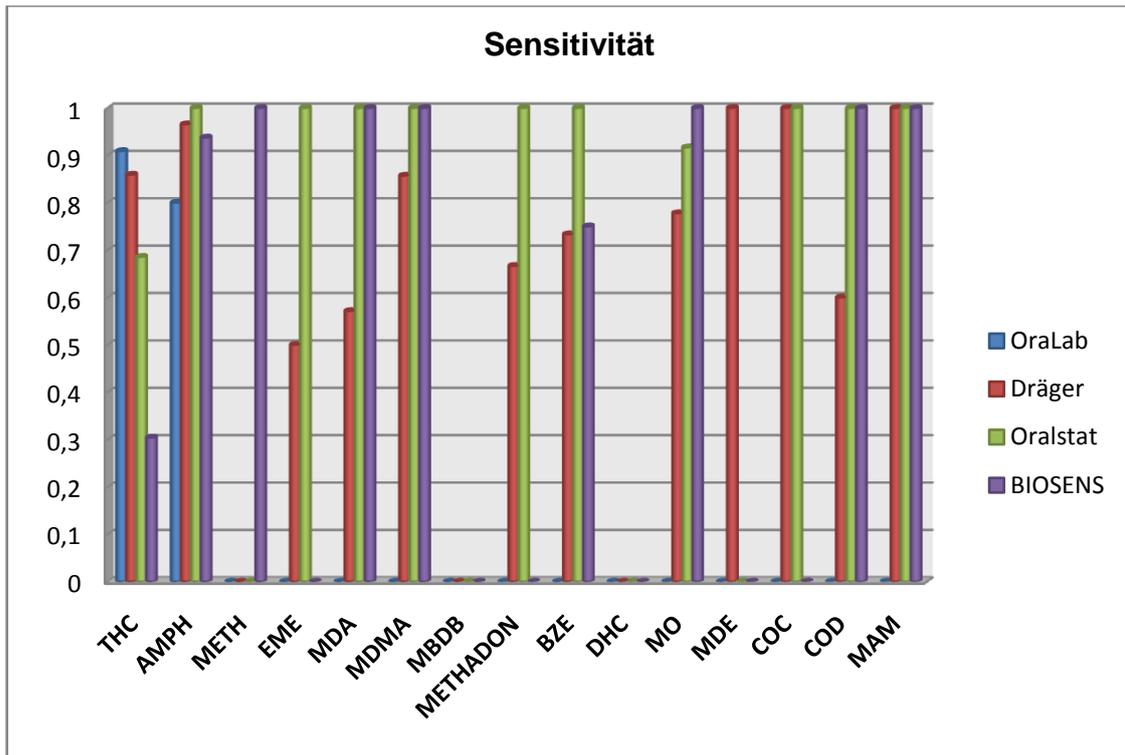


Diagramm 14: Vergleich der Sensitivitätswerte von Speichel GC-MS mit Blut GC-MS

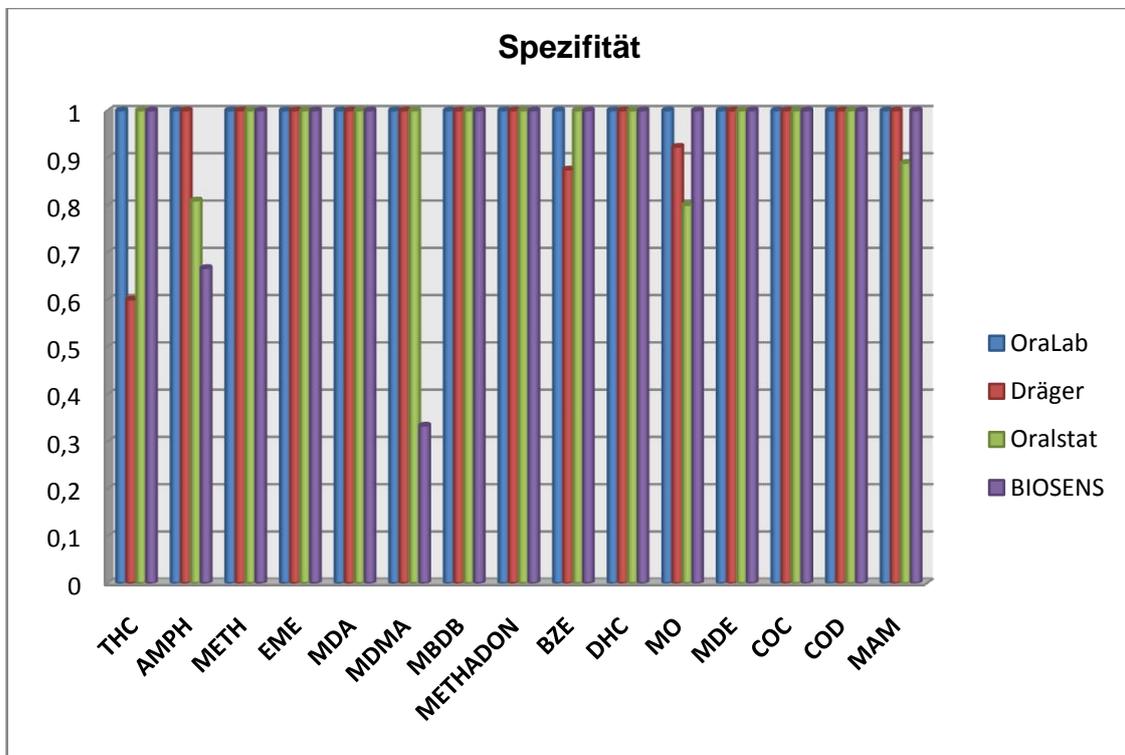


Diagramm 15: Vergleich der Spezifitätswerte von Speichel GC-MS mit Blut GC-MS

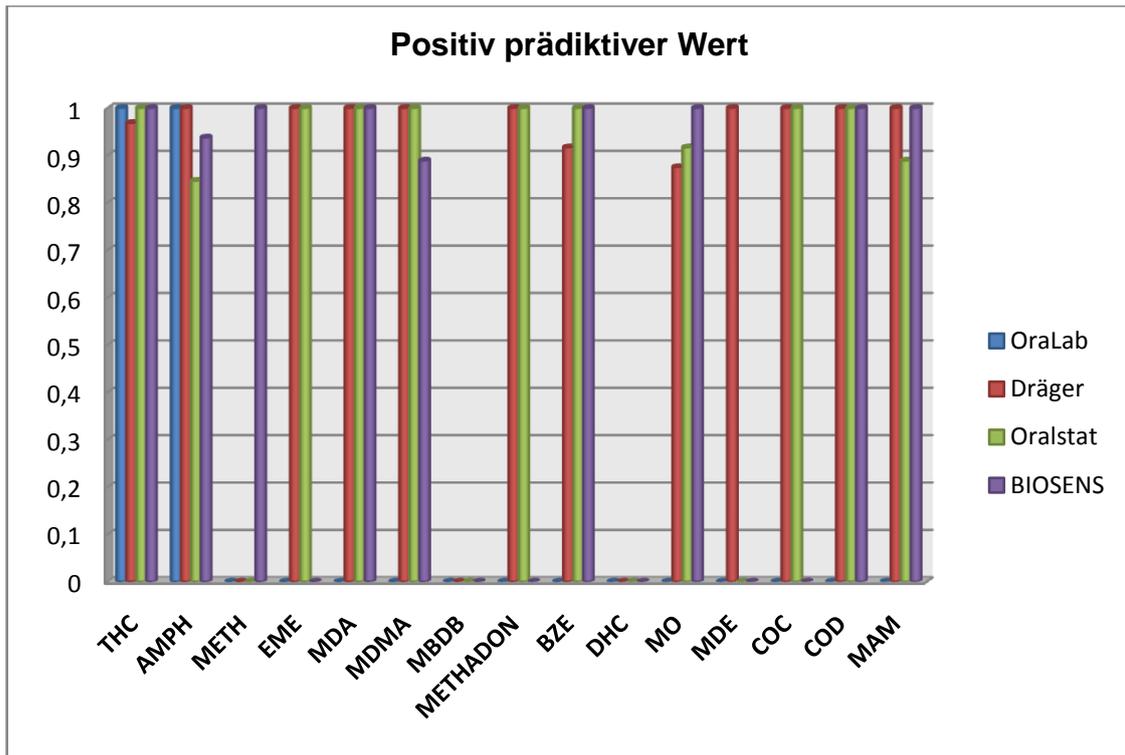


Diagramm 16: Vergleich der Ergebnisse der positiv prädiktiven Werte von Speichel GC-MS mit Blut GC-MS

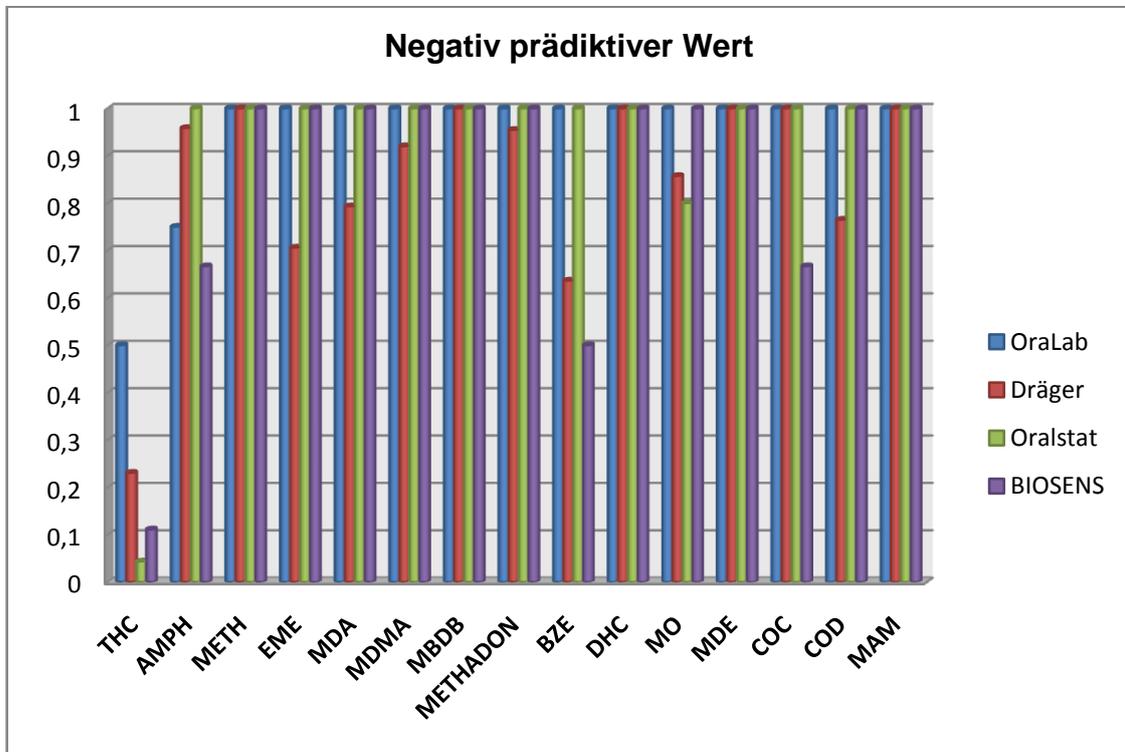


Diagramm 17: Vergleich der Ergebnisse der negativ prädiktiven Werte von Speichel GC-MS mit Blut GC-MS

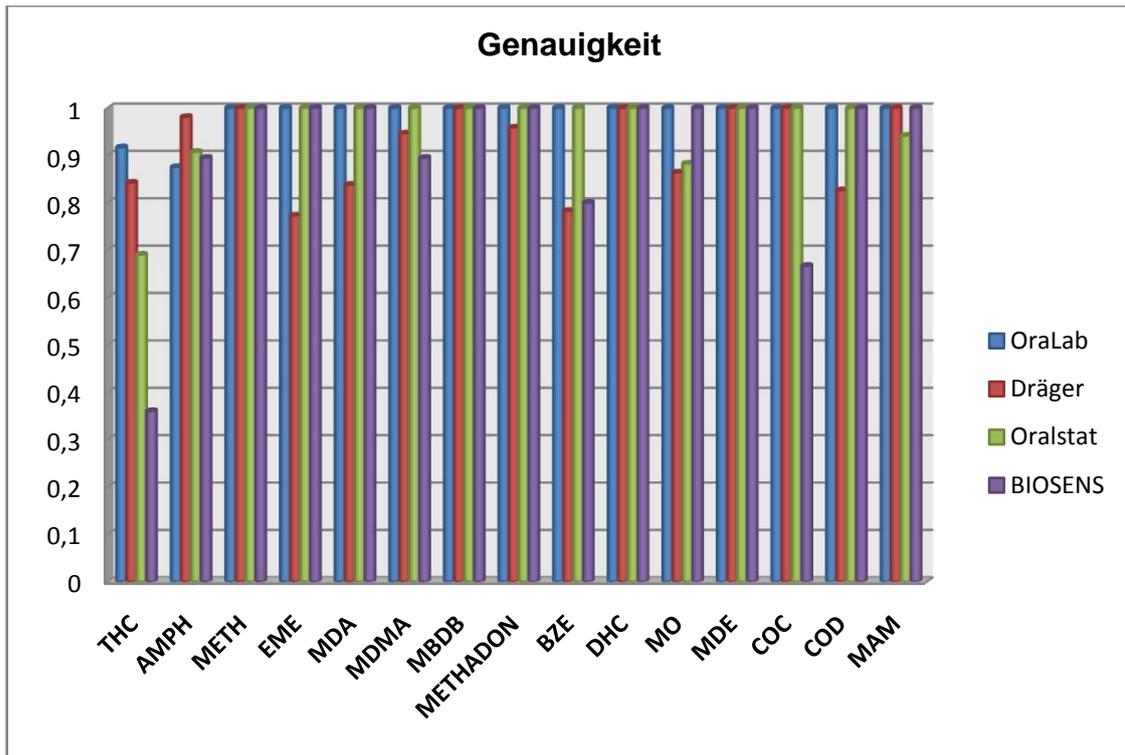


Diagramm 18: Genauigkeit der einzelnen Tests in Bezug auf die relevanten Einzelsubstanzen

Das folgende Diagramm zeigt die einzelnen Qualitätsparameter für den Vergleich der Speichelergebnisse aus GC-MS mit den Blutergebnissen aus GC-MS für die unterschiedlichen Tests im Gesamtüberblick:

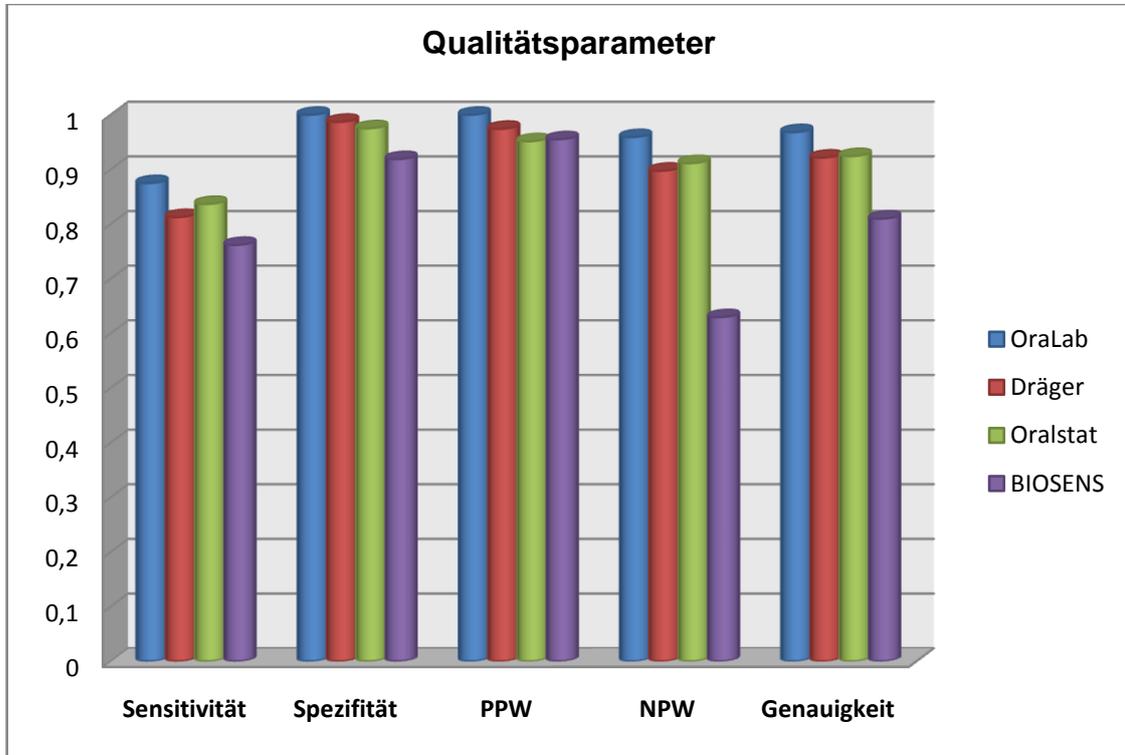


Diagramm 19: Qualitätsparameter des Vergleichs der Speichelergebnisse aus GC-MS mit den Blutergebnissen aus GC-MS im Gesamtüberblick

4.5 Gesamtvergleich der GC-MS Speichelergebnisse mit den GC-MS Blutergebnissen im Überblick

Die folgende Tabelle veranschaulicht den grundsätzlichen Vergleich zwischen den Speichel- (GC-MS) und den Blutergebnissen (GC-MS) unabhängig von den verwendeten Testkassetten bezogen auf die wichtigsten Qualitätsparameter.

	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW	Genauigkeit
THC	0,72	0,778	0,984	0,125	0,723
AMPH	0,958	0,9	0,932	0,9375	0,934
METH	1	1	1	1	1
EME	0,615	1	1	0,848	0,878
MDA	0,8125	1	1	0,90625	0,933
MDMA	0,9375	0,965	0,9375	0,965	0,956
MBDB	n.a.	1	n.a.	1	1
METHADON	0,8	1	1	0,976	0,978
BZE	0,786	0,958	0,956	0,793	0,865
DHC	n.a.	1	n.a.	1	1
MO	0,864	0,905	0,905	0,864	0,884
MDE	1	1	1	1	1
COC	0,923	1	1	0,96875	0,977
COD	0,818	1	1	0,846	0,909
MAM	1	0,968	0,917	1	0,977
Gesamt	0,813	0,979	0,963	0,886	0,912

Tabelle 39: Qualitätsparameter des Vergleichs der GC-MS Speichelergebnisse mit den GC-MS Blutergebnissen aller Testsysteme

Das folgende Diagramm zeigt für die relevanten Einzelsubstanzen die Ergebnisse der einzelnen Qualitätsparameter aus dem Vergleich der Speichel- und Blutauswertung mittels GC-MS, unabhängig von der verwendeten Testkassette.

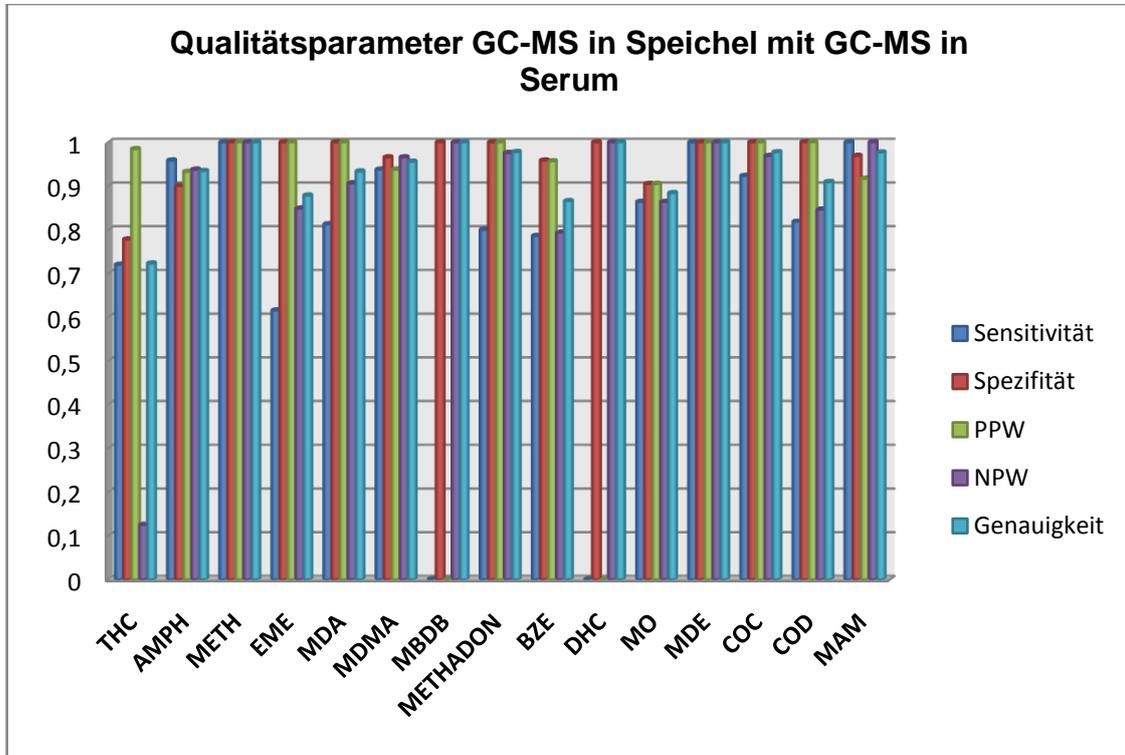


Diagramm 20: Ergebnisse der Qualitätsparameter für die Einzelsubstanzen aus dem Vergleich der Auswertung von Speichel und Blut mittels GC-MS, unabhängig vom Testsystem

Im nächsten Diagramm wird anhand der Qualitätsparameter gezeigt, in welchem Maß Speichel und Blut jeweils mittels GC-MS analysiert, und unabhängig vom verwendeten Vortest, miteinander verglichen werden können.

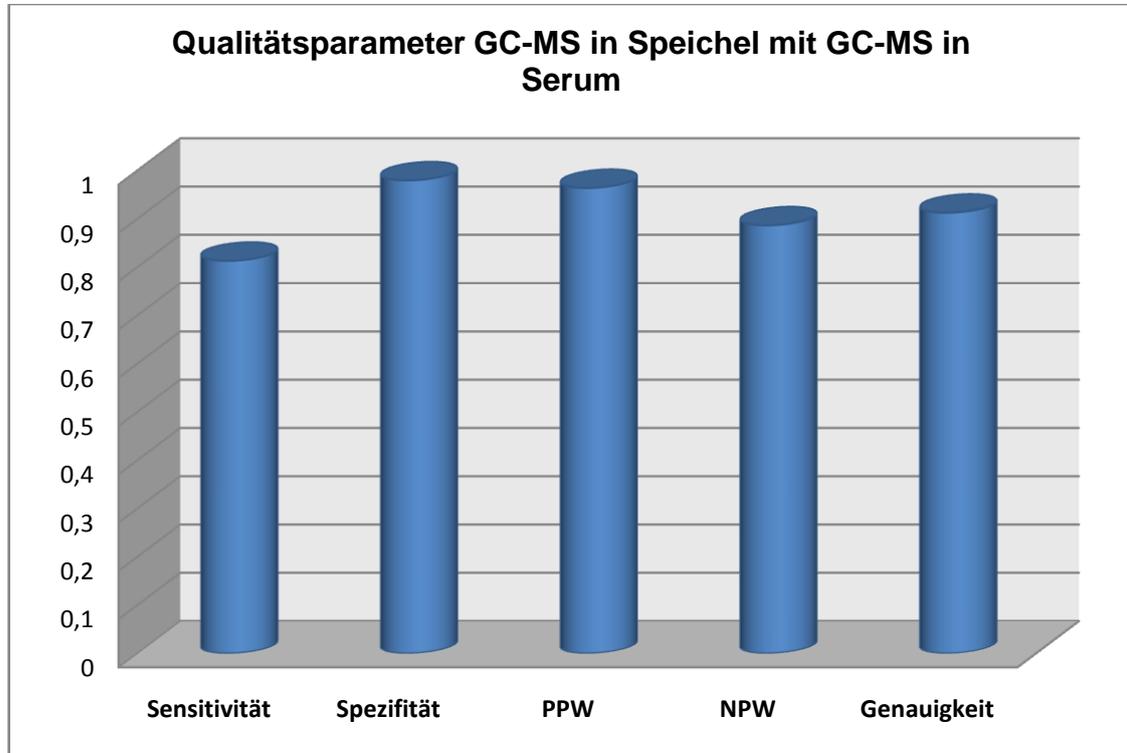


Diagramm 21: Vergleich von Speichel und Blut (analysiert durch GC-MS) bezogen auf die Qualitätsparameter, unabhängig vom verwendeten Vortest

5. Diskussion

5.1 Vergleichbarkeit der Speicheltests

Um eine empfindliche und reproduzierbare GC-MS Auswertung der Speichelproben aus den verschiedenen Testsystemen zu gewährleisten, musste wegen einer Reihe von Problemen, die bereits bei der Probenvorbereitung auftraten, das Standardverfahren bei der Analyse der einzelner Tests überarbeitet werden.

Bei der hier durchgeführten Studie war es schwierig, für alle untersuchten Substanzgruppen eine entsprechend hohe Fallzahl von positiven Nachweisen zu erhalten. Das Problem betrifft vor allem die Substanzen Methamphetamin, Cocain und besonders die Opiate. Diese Substanzen werden in Deutschland zwar auch konsumiert, jedoch in wesentlich geringerem Umfang als Cannabinoide oder Amphetamine. Aus diesem Grund gab es im Vergleich mit den häufig konsumierten Drogen starke Abweichungen in der statistischen Auswertung. Während bei den Cannabinoiden, Amphetaminen und auch Designerdrogen die vier möglichen Ergebnisse (richtig positiv bzw. richtig negativ und falsch positiv bzw. falsch negativ) zuverlässig ermittelt werden konnten, war dies bei den kaum konsumierten Drogen nicht möglich. Hier waren in erster Linie richtig negative Ergebnisse und kaum richtig positive Ergebnisse zu bekommen. Erschwerend kamen bei den geringen Fallzahlen die falsch positiven bzw. falsch negativen Ergebnisse hinzu, die die Qualitätsparameter dadurch entscheidend verändert haben. Bei diesen selten konsumierten Substanzklassen wären deutlich höhere Fallzahlen nötig gewesen, um ein repräsentatives Ergebnis zu erzielen. Daher sind die Werte der Qualitätsparameter, die in der folgenden Diskussion für die einzelnen Testsysteme aufgeführt werden, bei einigen der Substanzen nur als richtungsweisend und nicht als absolut zu verstehen.

Trotz allem sollte die Bedeutung dieser Studie nicht unterschätzt werden. Im Rahmen des mit Millionen Euro geförderten EU-Projekts ROSITA2 (Roadside Testing Assessment) kamen in Deutschland in zwei Jahren gerade einmal 296 Tests zustande. Im Rahmen dieser Doktorarbeit wurden 465 Tests ausgewertet.

5.1.1 OraLab®

Besonders bei dem Speicheltest OraLab® traten bereits bei der Extraktion des Speichels aus den Probensammlern Probleme auf. Ursprünglich sieht der Aufbau der Testkassette die Analyse einer separat in einem Reservoir gespeicherten Speichelprobe vor. Allerdings enthielt praktisch keine der Testkassetten genügend Speichel für die GC-MS Analyse. Häufig waren nicht zu quantifizierende Mengen von Speichel eingetrocknet oder überhaupt nicht vorhanden.

Eine mögliche Erklärung für dieses Problem ist die Tatsache, dass es aufgrund von Drogenkonsum zu Xerostomie kommen kann. Denn diese beeinflusst die Speichelproduktion, die über das sympathische und parasympathische Nervensystem geregelt wird (Aps, et al., 2005). Infolgedessen war es schwierig, eine ausreichende Speichelmenge mit den Probensammlern zu erhalten. Insbesondere Cannabinoide, in diesem Fall in erster Linie THC, und Psychostimulantien, wie Amphetamine, sind für diese Xerostomie prädestiniert (Kauert, et al., 2006; Toennes, et al., 2005).

Da jedoch davon ausgegangen werden muss, dass nicht bei jedem Verdächtigen mit Mundtrockenheit tatsächlich ein Drogenkonsum vorliegt, sollte generell über eine zusätzliche Befeuchtung der verwendeten Schwämme nachgedacht werden. In einer neu angelegten Testphase eines überarbeiteten Vortests wurden daher die Probensammler zusätzlich mit Wasser befeuchtet. Dieses Verfahren wurde auch bei den letzten Tests mit OraLab® eingesetzt und zeigte hierbei vielversprechende Ergebnisse. Alle Speichelproben waren trotz der Verdünnung durch das verwendete Wasser mittels GC-MS auswertbar. Bei Amphetamin-konsumenten wurde bereits versucht, die Speichelproduktion durch das Trinken von Wasser anzuregen (Samyn, et al., 2000). Ein weiterer Versuch zur Anregung der Speichelsekretion wird zurzeit mit speziellen Probensammlern unternommen, die mit Duftstoffen versetzt sind. Inzwischen ist man jedoch wieder weitestgehend von der Anregung der Speichelsekretion abgekommen.

Um bei den ohne Wasser gewonnenen Proben eine ausreichende Analysemenge zu erhalten, wurde auf die in der Testkassette fixierten Schwämme zurückgegriffen. Diese wurden dann entsprechend den anderen Tests mit Methanol/Kaliumdihydrogenphosphat pH 6 Puffer extrahiert (siehe 3.3). Zusätzlich wurde in die Reservoirs mit eingetrocknetem Speichel noch 1 ml Methanol/

Kaliumdihydrogenphosphat pH 6 Puffer gegeben, um somit ein Maximum der Speichelprobe zu sichern.

Da die zusätzlich verwendeten Probensammler ursprünglich nicht zur Analyse vorgesehen waren, kamen bei der Extraktion neben den gewünschten Drogenbestandteilen auch die im Schwamm enthaltenen Substanzen in den zu untersuchenden Speichalextrakt. Dies führte bei den weiteren Untersuchungen jedoch zu Schwierigkeiten und machte eine umfassende Überarbeitung und Ergänzung des verwendeten Standardverfahrens notwendig.

Sowohl bei den Cannabinoiden als auch bei den restlichen BTM erwies sich das Aufarbeiten der Proben mittels Standardverfahren aufgrund der Verunreinigungen als ungeeignet für die nachfolgende GC-MS-Analyse. Nach dem Eindampfen unter Stickstoff hatten sich Ablagerungen in den Analyse-Gläschen gebildet, die bei vielen Proben nach der Derivatisierung mit MSTFA ein Auskristallisieren bewirkten und die Probe somit für eine GC-MS-Analyse unbrauchbar machten. Obwohl einzelne Proben der Cannabinoide mittels GC-MS-Analyse auszuwerten waren, musste das Verfahren dennoch erweitert werden, um eine sensitive Analyse zu gewährleisten.

Nach dem Eindampfen des Eluats bis auf einen Rest von etwa 0,2 ml wurde mit dem lipophilen Iso-Hexan ausgeschüttelt und mit destilliertem Wasser gewaschen. Die lipophilen Cannabinoid-Moleküle verbleiben dabei in der organischen Phase, während die unerwünschten Bestandteile in die wässrige Phase wandern. Nach erneutem Eindampfen der abpipettierten organischen Phase zeigte sich, dass die Gläser frei von Ablagerungen waren. Die nach Derivatisierung mit MSTFA durchgeführte GC-MS Analyse zeigte hierbei gute Ergebnisse, die die nach dem Standardverfahren erfolgten Analysen der anderen Speichel-Vortests in der Deutlichkeit der Ergebnisse übertrafen. Daher wurde dieser zusätzliche Schritt dauerhaft für sämtliche Tests angewandt.

Neben der Überarbeitung des Cannabinoidverfahrens musste zusätzlich auch das Vorgehen bei den übrigen BTM angepasst werden. Bei den Proben, die nach dem Standardverfahren extrahiert wurden, ließ sich nach der GC-MS Analyse erkennen, dass die Signale für Cocain und Benzoylecgonin in den Massen-Fragmentogrammen nicht nachzuweisen waren. Dies war auf die vielen Störsignale zurückzuführen, die durch Verunreinigungen verursacht wurden.

Um eine geringere Verunreinigung der BTM-Proben zu erreichen, wurden die Säulen nach der Elution der Cannabinoide mit weiteren 1,75 ml Methanol/Aceton gewaschen und das hierbei resultierende Eluat wurde verworfen. Dieser zusätzliche Waschschrift wurde versuchsweise auch bei Proben anderer Vortests angewendet. Dabei zeigte sich, dass die nachfolgenden Ergebnisse aufgrund eines höheren Reinheitsgrades der Proben bei der BTM-Analyse wesentlich deutlicher ausfielen, so dass dieser zusätzliche Waschschrift als Standardschrift übernommen wurde.

Die negativen Ergebnisse für Cocain und Benzoylecgonin sind den besonderen Struktureigenschaften dieser Substanzen zuzuschreiben. Sowohl Cocain als auch Benzoylecgonin besitzen basische und saure funktionelle Gruppen, sind also sogenannte Ampholyte. Damit die beiden Analyten beim Ausschütteln nicht in der wässrigen Phase verblieben, war es wichtig, einen geeigneten pH-Wert für die Extraktion zu finden. Bei einem leicht basischen pH-Wert zwischen 8 und 9 waren hierbei die besten Resultate zu beobachten. Eine Lösung von Ethylacetat/Propanol/Dichlormethan kombiniert mit einem Gemisch aus rauchender Salzsäure, 10-M-Natronlauge und gesättigter Ammoniumsulfat-Lösung ergab einen pH-Wert von 8,8 und stellte für das bestehende Problem eine geeignete Lösung dar. In der später durchgeführten GC-MS Analyse waren sowohl Cocain als auch Benzoylecgonin nachweisbar.

Allerdings war der pH-Wert von 8,8 für die Extraktion der übrigen BTM nicht basisch genug, so dass ein zweiter Extraktionsschrift bei stark alkalischem pH notwendig war. Hierfür wurde mit Natronlauge ein pH-Wert über 12 eingestellt und erneut mit Ethylacetat/Propanol/Dichlormethan extrahiert.

Trotz der aufwendigen Probenvorbereitung waren für den OraLab[®]-Test bei weitem nicht so deutliche Resultate wie bei den anderen Speichelvortests zu erzielen.

Betrachtet man die Sensitivität des OraLab[®]-Tests, zeigt sich im Vergleich zu den anderen Vortests, dass dieser keine der relevanten Substanzen zuverlässig nachweist. Lediglich bei den Amphetaminen zeigten sich vielversprechende Ergebnisse. Jedoch reicht auch hier ein Wert von 69 Prozent nicht aus, um von einem zuverlässigen Nachweis zu sprechen.

Diese schlechten Werte sind in erster Linie auf die hohe Anzahl von nicht einwandfrei funktionierenden Tests zurückzuführen. Dadurch konnten viele von ihnen nicht ausgewertet werden, was sich deutlich auf die Fallzahl auswirkte. Beim OraLab[®] lagen mit 43 Prozent im Vergleich mit den anderen Testsystemen die meisten nicht auswertbaren Tests vor.

Auch bei den Cannabinoiden ist eine Sensitivität von 25 Prozent nicht akzeptabel, da gerade diese Substanzklasse in Deutschland in erster Linie konsumiert wird. Dagegen weist der Test eine sehr hohe Spezifität auf, die bei allen Substanzklassen weit über 90 Prozent liegt. Dies würde eigentlich darauf hindeuten, dass der Test ziemlich zuverlässig anzeigt, wann kein Drogenkonsum stattgefunden hat. Sieht man dieses Ergebnis jedoch in Verbindung mit der schlechten Sensitivität des Tests, die darauf hinweist, dass dieser einen tatsächlichen Drogenkonsum nicht erkennt, kann man auch darauf schließen, dass der Test nicht einwandfrei funktioniert und die meisten Ergebnisse somit negativ ausfallen. Daher sind auch wenige falsch positive Ergebnisse zu finden, die zu einer geringen Spezifität hätten führen können. Im Gegenzug erklärt sich somit auch die schlechte Sensitivität, denn viele der als negativ angezeigten Ergebnisse müssten eigentlich positiv ausfallen.

Sowohl die positiv als auch die negativ prädiktiven Werte liegen bei OraLab[®] im oberen Bereich. Dies bedeutet, dass ein positiver Vortest mit relativer Sicherheit auch zu einem positiven Nachweis in der GC-MS führt. Bei den positiv prädiktiven Werten waren lediglich die Tests für Amphetamin, Methamphetamin und für die Cannabinoide auswertbar. Bei Amphetamin und THC zeigte sich mit einem PPW von 90 und 75 Prozent ein recht gutes Ergebnis, jedoch ist auch hier davon auszugehen, dass die niedrigen Fallzahlen das Ergebnis positiv beeinflusst haben. Insgesamt ist von 45 gültigen Tests nur 15-mal ein Drogenkonsum angezeigt worden, wovon nur die drei zuvor erwähnten Substanzgruppen der Amphetamine, Methamphetamine und Cannabinoide betroffen waren. Allein von diesen 15 Ergebnissen war ein Fünftel falsch positiv, was sich besonders bei den Ergebnissen für die Methamphetamine mit nur einer falsch positiven Anzeige mit einem PPW von 0 zeigt. Die guten negativ prädiktiven Werte lassen sich durch den hohen Anteil an negativen Anzeigen erklären, die bei den für Deutschland entscheidenden Stoffgruppen durch einige falsch negative Ergebnisse zum Teil doch eindeutig schlechter ausfallen als etwa für die Opiate oder auch für Cocain.

Diese Substanzgruppen werden deutlich weniger konsumiert, so dass es hier auch kaum falsch negative Ergebnisse gab, die den NPW entscheidend beeinflusst hätten. Diese schlechteren NPW bei den Amphetaminen und besonders für THC sind ein weiterer Hinweis für die Unzuverlässigkeit des Tests. Gerade bei diesen sehr häufig konsumierten Substanzgruppen wäre mit weitaus mehr positiven Ergebnissen zu rechnen. Dies äußert sich dann wiederum in den falsch negativen Ergebnissen.

Berücksichtigt man neben den Analyseproblemen auch die Zuverlässigkeit und die Handhabung des Tests für die Polizeibeamten, stellt sich die Frage, ob dieser Aufwand gerechtfertigt ist. Der Test an sich ist vor Ort zwar leicht zu bedienen und nicht so kompliziert wie die gerätegestützten Tests. Jedoch wiesen die Kassetten oft undichte Stellen auf, so dass der Speichel austreten konnte. Neben der Tatsache, dass dadurch die Probe oft verloren ging, ist dies auch speziell für die durchführenden Beamten nicht nur äußerst unhygienisch, sondern auch unter Umständen mit Risiken für die Gesundheit behaftet, da Speichel potentiell infektiös sein könnte (Kintz, et al., 2005; Toennes, et al., 2005; Weidauer, 2001).

Im Vergleich mit den Daten aus dem Rosita-2-Projekt (Verstraete, et al., 2006) zeigen sich bei den Resultaten aus Wisconsin zumindest in Hinsicht auf THC ähnliche Daten bezüglich der einzelnen Qualitätsparameter. Ansonsten weichen die Ergebnisse deutlich voneinander ab. Dies liegt zu einem großen Teil an den recht niedrigen Fallzahlen in Wisconsin bezüglich der einzelnen Substanzen (maximal 14 Fälle), wodurch die Ergebnisse ein zu positives Bild dieses Testes vermitteln. Die amerikanischen Ergebnisse weisen nur wenige falsch negative bzw. falsch positive Werte bei den einzelnen Substanzen auf, die auf die Sensitivität bzw. Spezifität Einfluss nehmen könnten. Bei den meisten untersuchten Proben zeigten sich fast ausschließlich richtig negative Werte, die für die hohe Spezifität der amerikanischen Proben führend, und lediglich ein oder zwei richtig positive Werte, die für die hohe Sensitivität entscheidend waren. Nur bei den Cannabinoiden war auch bei der geringen Fallzahl von zwölf Proben mit fünf falsch negativen Werten eine Sensitivität von lediglich 37,5 Prozent ermittelt worden, die den von uns erzielten Werten schon wesentlich näherkommt. Dagegen bewirken die fehlenden falsch positiven Werte einen PPW von 100 Prozent, was theoretisch eine hervorragende Eignung für den polizeilichen Einsatz bedeuten würde. Tatsächlich aber zeigt sich, dass der Test insgesamt so un-

empfindlich ist, dass es kaum positive Ergebnisse gibt. Diese Tatsache beruht in erster Linie auf die von den Herstellern verwendeten hohen Cut-off-Werte. Ist dann folglich einer der Tests positiv, so ist er dann meist auch gleich richtig positiv. Bei dem Rosita-2-Projekt (Verstraete, et al., 2006) zeigt sich weiterhin, dass die Fallzahlen aus Wisconsin zu gering sind, wodurch die Ergebnisse verfälscht und zur korrekten Beurteilung des Tests unbrauchbar werden.

Gegenüber den oben aufgeführten Ergebnissen vermitteln die Werte aus Spanien (Verstraete, et al., 2006) praktisch gegenteilige Standpunkte. Mit Ausnahme des Amphetamin/Methamphetamin-Tests wurden hier bei den einzelnen Qualitätsparametern Werte fast ausschließlich über 90 Prozent ermittelt. Gleichzeitig bestätigen die spanischen Beamten jedoch, dass die Auswertung dieses Testes äußerst subjektiv ist und lehnten diesen deshalb ab. Dies entspricht auch den hier in Deutschland gemachten Beobachtungen, dass es manchmal sehr schwierig zu entscheiden ist, ob ein Test für die jeweilige Substanz nun als positiv oder negativ zu sehen ist.

Denn die unterschiedlich starke Ausbildung der Linien auf der Testkassette lässt eine erhebliche Variationsbreite der Interpretation zu und erschwert hierdurch eine korrekte Feststellung eines möglichen Drogenkonsums.

Dies könnte eine mögliche Erklärung sein für die großen Unterschiede zwischen den hier ermittelten Ergebnissen und den Resultaten aus Spanien. Das wesentlichste Kriterium dürfte jedoch im Temperaturunterschied liegen, bei dem die Proben gewonnen und analysiert wurden. Denn als Immunoassay ist auch der OraLab[®] von einer ausreichend hohen Umgebungstemperatur abhängig, damit die Antigen-Antikörper-Reaktion erfolgen kann. Ansonsten kommt es entweder zu ungültigen Testergebnissen, was hier bei 43 Prozent der Fälle war, oder die Analysedauer wird zum Teil um das Dreifache verlängert, wodurch die Testergebnisse verfälscht sein könnten. Oft zeigte sich auch nur bei einem der beiden Teststreifen eine Reaktion, während der andere nicht auswertbar war. Die Ergebnisse in Spanien wurden während der Monate November bis Juli ermittelt, wo also aufgrund der geographischen Gegebenheiten eine wesentlich höhere durchschnittliche Umgebungstemperatur (12,9°C; Jahresschnitt 14,1°C) (Mühr, 2007) vorlag als bei den hier gewonnenen Proben. Diese wurden in den Monaten Dezember bis April genommen, die in Deutschland (Deutscher Wetterdienst,

2007; Mühr, 2007) die kälteste (durchschnittlich um 3,6°C; Jahresschnitt 9,2°C) Jahreszeit ausmachen.

Bei den in Deutschland häufigsten Substanzklassen der Amphetamine und Cannabinoide waren entsprechend große Fallzahlen zu ermitteln, die mit den anderen international gewonnenen Daten verglichen werden konnten. Es zeigte sich jedoch unter Berücksichtigung sämtlicher Probleme, dass der Test in Deutschland für den Straßengebrauch als nicht einsetzbar zu beurteilen ist. Besonders die starke Abhängigkeit des Tests von der Umgebungstemperatur und die hohe Anzahl an ungültigen Tests, die je nach Land zwischen 25 und 80 Prozent lag, führten zu dieser Einschätzung. Hinzu kommen die Probleme während der Probenanalyse und -beurteilung. Insbesondere der positiv prädiktive Wert ist für den polizeilichen Einsatz besonders entscheidend. Denn die Beamten müssen sich sicher sein, dass es bei einem positiven Ergebnis gerechtfertigt ist, eine ärztliche Blutentnahme anzuordnen. Diese ist ein Eingriff in die körperliche Unversehrtheit einer Person und stellt strafrechtlich eine Körperverletzung dar. Unter normalen Bedingungen kann die Entnahme verweigert werden. Nur wenn für ein Verfahren die notwendigen Tatsachen vorliegen, darf sie angeordnet werden (StPO § 81a).

Zwar sind die Ergebnisse für Amphetamine und Cannabinoide vielversprechend, jedoch liegen wegen der hohen Anzahl an ungültigen Tests zu geringe Fallzahlen vor, so dass diese Werte als nicht repräsentativ angesehen werden können. Somit kann ein Einsatz dieses Tests aufgrund mangelnder Zuverlässigkeit nicht empfohlen werden.

5.1.2 Dräger DrugTest®

Die nachträgliche Laborauswertung des Dräger DrugTests® war insgesamt zufriedenstellend. Die Extraktion der Speichelproben konnte problemlos anhand des Standardverfahrens erfolgen und es waren keine Abänderungen nötig. Lediglich bei der Derivatisierung mittels MSTFA kam es bei einigen Serien zum Auskristallisieren der BTM-Proben, so dass diese erneut analysiert werden mussten. Nach mehreren Testreihen, die das Kristallisationsverhalten von MSTFA

untersuchten, zeigte sich, dass die Derivatisierung der BTM-Proben mit MSTFA bei maximal 80°C erfolgen sollte. Ansonsten konnten die Speichelproben mittels GC-MS problemlos analysiert werden. Im Gegensatz zum OraLab[®]-Test gab es hierbei auch keine Probleme durch Verunreinigungen, die eine eindeutige Zuordnung erschwert hätten. Grundsätzlich wäre jedoch, wie oben bereits erwähnt, das Ausschütteln der Cannabinoide mit Iso-Hexan und destilliertem Wasser vor dem vollständigen Eindampfen der Proben auch bei diesem Test zu empfehlen. Denn hierdurch wird der Reinheitsgrad der Extrakte nochmals erhöht, was wiederum die Auswertung der Chromatogramme erleichtert.

Bei der Auswertung waren von den 191 untersuchten Testkassetten 25,6 Prozent als ungültig zu bewerten. Dabei waren drei Einflussfaktoren zu unterscheiden. Entweder war kein Gerät zum Auslesen vorhanden oder es war häufig aufgrund von Xerostomie nicht möglich, Speichel in ausreichender Menge für die Analyse zu gewinnen. In seltenen Fällen lag ein wirkliches Testversagen vor, so dass trotz Vorhandensein eines Gerätes kein Ergebnis ermittelt werden konnte.

Die Analyse der Qualitätsparameter zeigte beim Dräger DrugTest[®] im Vergleich mit den anderen Speichel-Vortests noch die vielversprechendsten Ergebnisse. Dennoch waren auch bei diesem Test gerade in der für Deutschland relevantesten Substanzklasse der Cannabinoide nur unzureichende Ergebnisse zu ermitteln. Mit einer Sensitivität von 47,4 Prozent liegt der Test weit unter der notwendigen Grenze, ab der man von einem zuverlässigem Ergebnis sprechen könnte. Das Problem lag hierbei in erster Linie in einer hohen Anzahl von falsch negativen Ergebnissen, welche die Sensitivität entscheidend beeinflusst haben. Aus diesem Grund fällt auch der negative prädiktive Wert mit nur 57,3 Prozent unzureichend aus, so dass man bei diesem Test im Falle von THC nicht sicher sagen kann, ob die Substanz tatsächlich nicht vorhanden ist, auch wenn der Test dies als negatives Ergebnis anzeigt. Die Spezifität dagegen ist bei THC mit 90 Prozent verhältnismäßig gut, da die Anzahl der falsch positiven Ergebnisse mit einem Wert von sechs noch relativ gering ist. Dies ist unter anderem auch wieder auf die von Herstellerseite hoch angesetzten Cut-off-Werte zurückzuführen.

Mit einem positiv prädiktiven Wert von 86 Prozent ergibt sich ein vielversprechendes Ergebnis. Dies wäre letztendlich für den praktischen Einsatz entscheidend, da es somit zu weniger falsch angeordneten Blutentnahmen käme.

Allerdings zeigt der schlechte NPW auch, dass viele drogenbeeinflusste Fahrer nicht erkannt werden und weiterhin ein potentiell Risiko darstellen.

Die hohe Anzahl der falsch negativen Ergebnisse liegt nur zum einem geringen Teil an den hohen Cut-off-Werten der Testkassetten. Hauptsächlich Grund ist möglicherweise die physiologische Tatsache, dass THC praktisch nicht in den Speichel sezerniert wird. Somit ist auch die zu untersuchende Konzentration weitaus geringer als etwa bei den Amphetaminen. Auf der anderen Seite ist bekannt, dass durch das Rauchen von Marihuana eine Kontamination der Mundhöhle (Kintz, et al., 2005; Toennes, et al., 2005; Vollrath, et al., 2002) mit dem Wirkstoff THC stattfindet, der mindestens noch ein bis zwei Stunden nach Konsum messbar ist. In diesem Fall würde das bedeuten, dass das THC zwar in die Probensammler gelangt, aber für den Vortest in nicht ausreichender Menge in die Testkassette abgegeben wird, sondern an den Probensammlern haften bleibt. Ein Indiz hierfür ist die Tatsache, dass in den Bestätigungsanalysen mittels GC-MS THC durchaus in ausreichender Konzentration nachgewiesen werden konnte. Somit erklären sich auch die vielen falsch negativen Ergebnisse. Auf der anderen Seite ist es jedoch auch möglich, dass ein positives Testergebnis mit der GC-MS Analyse nicht bestätigt wird. Dies hängt damit zusammen, dass eventuell ein Cannabisstück etc. mit dem Probensammler aufgenommen und in die Kassette gedrückt wird, wodurch ein positives Vortestergebnis erfolgt. Dieses Stück fehlt jedoch bei der Bestätigungsanalyse und führt nun zu einem negativen GC-MS Ergebnis. Die Kontamination der Mundhöhle mit Cannabis macht es schwierig, reproduzierbare Ergebnisse zu erreichen. Daher ist besonders bei einem Verdacht von Cannabiskonsum auf besondere Sorgfalt bei der Speichelentnahme zu achten.

Liegt der Konsum jedoch schon mehrere Stunden zurück, kommt die geringere Sekretion von THC ebenfalls als mögliche Ursache für ein falsch negatives Ergebnis in Frage.

Eine neuere Studie (Moore, et al., 2007) beschreibt nun den Nachweis von konjugiertem 11-Nor-9-Carboxy- Δ^9 -Tetrahydrocannabinol (THC-COOH) in Speichel. Da es sich hierbei um ein Abbauprodukt des aktiven Wirkstoffs THC handelt, kann beim Nachweis von THC-COOH davon ausgegangen werden, dass tatsächlich ein Drogenkonsum stattgefunden hat und keine Kontamination durch Passivrauchen vorliegt.

Der routinemäßige Nachweis von THC-COOH in Speichel mittels Vortests wäre eine zukünftige Möglichkeit, Cannabiskonsum vor allem bei regelmäßigem Gebrauch aufzudecken. Hierzu müssten die Vortests entsprechend überarbeitet werden, da diese aktuell noch nicht geeignet sind, gezielt THC-COOH in Speichel zu detektieren. Die Konzentrationen von THC-COOH in Speichel sind auch extrem niedrig, so dass sehr empfindliche Tests notwendig wären. Die Probleme beim Cannabinoid-Nachweis betreffen jedoch nicht nur den Träger DrugTest[®], sondern spielen bei allen anderen Speichelvortests eine wesentliche Rolle. Besonders die Konzentration von tatsächlich sezerniertem THC aus dem Blut und weniger die Kontamination der Mundhöhle durch eventuelles Passivrauchen ist für einen richtig positiven Vortest entscheidend. Außer THC können auch andere Substanzen mit einer cannabinoidähnlichen räumlichen Struktur aufgrund von Kreuzreaktivität eine Antigen-Antikörper-Reaktion bewirken und ein falsch positives Vortest-Ergebnis herbeiführen.

Vergleichbar schlecht waren die Ergebnisse für die Opiate. Hier gab es bei einer Sensitivität mit 45,5 Prozent mehr falsch negative als richtig positive Ergebnisse. Die Spezifität fällt dagegen mit keinem falsch positiven Ergebnis mit 100 Prozent wiederum sehr gut aus. Ebenso liegt dann auch der für den Testeinsatz entscheidende PPW bei 100 Prozent. Jedoch muss gerade bei den Opiaten die sehr niedrige Fallzahl berücksichtigt werden. In nur elf von 136 Speichelproben konnte der Nachweis von Opiaten mittels GC-MS Speichel bestätigt werden. Davon wurden nur fünf Proben mit dem Vortest richtig erkannt.

Mit einer Sensitivität von 71,7 Prozent für die Amphetamine entspricht das Ergebnis zwar noch nicht den Anforderungen, es zeigt jedoch das Potenzial des Testes für diese Substanzklasse. Dies zeigt sich auch bei der Sensitivität für die Methamphetamine/Designerdrogen mit 100 Prozent. Bei der Substanzklasse der Amphetamine/Methamphetamine kommt es bei den Vortests aufgrund der strukturellen Ähnlichkeit der beiden Stoffe (Methamphetamin ist N-Methyl-Amphetamin) und der zum Teil gleichen Abbauprodukte häufig zu keinem klaren Ergebnis. So kam es durchaus vor, dass Amphetamin als positiv für Methamphetamin/Designerdrogen erschien, bzw. beide Substanzen positiv angezeigt wurden, auch wenn nur ein Stoff konsumiert wurde. Methamphetamin selbst war nie im Speichel nachzuweisen. In erster Linie war dies bei den Designerdrogen MDMA zu beobachten, die häufig mit dem MDMA-Stoffwechsel-

produkt MDA kombiniert waren. Waren jedoch bei der Speichelkassette sowohl Amphetamin als auch Methamphetamin als positiv angegeben, war es nicht möglich zuzuordnen, ob der Nachweis nun von einem Konsum von Amphetaminen, Methamphetaminen/Designerdrogen oder tatsächlich von beiden stammte. In diesem Fall wurden dann beide Substanzen als richtig positiv gewertet. Grundsätzlich sind die Ergebnisse für die Amphetamine bzw. Methamphetamine/Designerdrogen noch steigerungsfähig. Berücksichtigt man die Tatsache, dass gerade die Amphetamine und ihre Derivate aufgrund des niedrigeren Speichel-pH-Wertes gegenüber Blut im Vergleich zu anderen Substanzen in einer relativ hohen Konzentration im Speichel vorliegen (Toennes, et al., 2005), gibt es deutlich zu viele falsch negative Ergebnisse. Im Gegenzug wird auch die Spezifität der Amphetamine mit 86 Prozent durch 13 falsch positive Ergebnisse beeinflusst. Ebenso beweist auch ein positiv prädiktiver Wert von 71,7 Prozent bei den Amphetaminen und von 88 Prozent bei den Methamphetaminen/Designerdrogen, dass der Test zumindest bei den Amphetaminen noch verbessert werden muss.

Beim Vergleich der oben aufgeführten Daten mit den deutschen Ergebnissen des Rosita-2-Projekts (Verstraete, et al., 2006) zeigt sich bei den Opiaten mit 33,3 Prozent und auch bei Cocain mit 57,1 Prozent ein deutlicher Unterschied bei der Sensitivität des Tests. Gerade bei Cocain ist der Unterschied gravierend, da der Vortest aufgrund der für diese Arbeit ausgewerteten Daten für die Substanzklasse Cocain als grundsätzlich geeignet gesehen werden muss. Für die vorliegende Dissertation wurden im Vergleich zu dem deutschen Rosita-2 Dräger-Test knapp dreimal so viele Testkassetten analysiert. Trotz der zum Teil geringen Fallzahlen bei den Opiaten und auch bei Cocain ist dennoch eine deutliche Richtung erkennbar. Bei Cocain lagen 15 positive mittels GC-MS Speichel bestätigte Ergebnisse vor, wovon zwölf mit Hilfe des Vortests erkannt wurden und zu einer Sensitivität von 87,5 Prozent führten. Bei den Opiaten dagegen bleibt die Sensitivität trotz vieler analysierter Proben schlecht, da zu wenige richtig positive Ergebnisse vorliegen. Ein falsches Bild vermittelt sowohl bei Rosita-2 (Verstraete, et al., 2006) als auch bei dieser Arbeit der für die Polizei wichtige PPW. Dieser liegt bei beiden Arbeiten bei 100 Prozent und vermittelt den Eindruck eines sicheren Opiatnachweises. Tatsächlich liegen auch keine falsch positiven Ergebnisse vor, dafür um so mehr falsch negative. Bedenkt man hierbei die

geringe Fallzahl, ist dieser Aspekt noch schwerwiegender. Daher sollte an der Erkennung der Opiate weiter gearbeitet bzw. der Cut-off Wert etwas herabgesetzt werden. Problematisch ist bei den Opiaten weiterhin die Tatsache, dass sich nicht das eigentlich konsumierte Heroin nachweisen lässt, sondern lediglich das Abbauprodukt Morphin. Dieses könnte jedoch auch von einer Schmerzmedikation stammen oder von dem Gebrauch des Hustenstillers Codein, welches ebenfalls zum Teil zu Morphin abgebaut wird (Vollrath, et al., 2002). Daher ist die Differenzierung zwischen einem illegalen und einem ärztlich verordneten legalen Konsum mittels eines positiven Vortestergebnisses nicht möglich.

Vergleicht man die Cannabinoid Ergebnisse mit den deutschen Daten des Rosita-2-Projekts (Verstraete, et al., 2006), zeigt sich hierbei ein völlig anderes Bild. Während sich bei unseren Studien lediglich eine Sensitivität von 47,4 Prozent ergab, wurden bei Rosita-2 (Verstraete, et al., 2006) eine Sensitivität von 87,9 Prozent und eine Spezifität von 100 Prozent ermittelt. Es gibt keine eindeutige Erklärung für diese Abweichung der Sensitivität. Möglicherweise hängt es damit zusammen, dass bei der vorliegenden Arbeit sämtliche gültigen Speichelproben bei der Auswertung berücksichtigt wurden, auch wenn diese zum Teil nicht immer optimal waren. Dies entspricht allerdings einer realistischen Grundlage, da nie davon ausgegangen werden kann, dass die Tests immer einwandfrei funktionieren. Dafür gibt es zu viele Personen, die bei dem Prozess von der Probengewinnung bis zu deren Analyse im Labor beteiligt sind, und somit zahlreiche mögliche Fehlerquellen.

Bei den deutschen Rosita-2-Ergebnissen (Verstraete, et al., 2006) wurden jedoch von 120 als gültig deklarierten Proben lediglich 65 Fälle mittels GC-MS im Speichel analysiert, wovon bei 43 Proben ein richtig positiver Drogennachweis erfolgte, zehn waren falsch negativ. Bei 29 der 43 richtig positiven Proben handelte es sich um THC, 33 waren bei der GC-MS Speichelanalyse positiv. Es gab also lediglich vier falsch negative Ergebnisse. Bei den Daten für die vorliegende Dissertation hätten von 142 gültigen Proben aufgrund der GC-MS Speichelanalyse 78 Tests positiv für THC sein müssen. Es waren jedoch nur 37, die korrekt positiv angezeigt wurden. 41 Vortests waren falsch negativ und die übrigen sechs falsch positiv. Dies zeigt, wie deutlich sich die Daten unterscheiden. Die Resultate aus dem Rosita-2-Projekt hätten wahrscheinlich anders ausgesehen, wenn die übrigen 55 gültigen Proben, die vermutlich nur negative

Ergebnisse angezeigt haben, ebenfalls mittels GC-MS Speichel analysiert worden wären. Es zeigte sich, dass bei Studien häufig nur die positiven Vortests weiter analysiert werden, während die als negativ angezeigten Tests verworfen werden. Die im Ergebnisteil dieser Arbeit aufgeführten Daten demonstrieren jedoch deutlich, dass es bei den Vortests zu falsch negativen Ergebnissen kommen kann. Dies bestätigen auch die Rosita-2-Daten aus USA und Belgien (Verstraete, et al., 2006). Daher sollte eine grundsätzliche Analyse sämtlicher Proben zumindest bei Studien in Erwägung gezogen werden.

Von 106 dazugehörigen Serumproben waren im Rosita-2-Projekt (Verstraete, et al., 2006) nämlich 81 Proben laut GC-MS im Serum positiv für einen Drogenkonsum, allein 46 Proben für THC. Das heißt, dass abzüglich der vier als falsch negativ erkannten Proben von den nicht analysierten Proben 13 weitere anhand der GC-MS Analyse des Serums für THC hätten positiv sein müssen. Aufgrund dieser Abweichungen ist es leider nicht möglich, die deutschen Rosita-2-Ergebnisse für einen sicheren Vergleich heranzuziehen, da sie zu sehr von den international gewonnen Daten, besonders bei den Cannabinoiden, abweichen.

Vergleicht man die für diese Arbeit ermittelten Daten mit den Ergebnissen aus Belgien und den USA (Florida) (Verstraete, et al., 2006), so zeigt sich gerade bei den Cannabinoiden ein sehr ähnliches Bild mit einer hohen Anzahl an falsch negativen Ergebnissen und einer entsprechend niedrigen Sensitivität mit 47 Prozent bzw. 36 Prozent. Die in Spanien (Verstraete, et al., 2006) ermittelte Sensitivität von 58,6 Prozent bestätigt ebenfalls eine hohe Anzahl von falsch negativen Ergebnissen. Auffällig ist auch bei diesen drei zitierten Ländern die trotzdem recht gute Spezifität des Tests, was sich mit den Ergebnissen der hier vorliegenden Arbeit deckt. Jedoch müssen hierbei wieder die wenigen falsch positiven Werte aufgrund der von Herstellerseite hoch angesetzten Cut-off Werte bedacht werden. In Belgien und Spanien zeigen sich daher mit 98 Prozent bzw. mit 78,4 Prozent erwartungsgemäß ebenfalls vergleichbar gute prädiktive Werte. Auch bei Cocain ermittelten die drei Länder Sensitivitäten zwischen 70 und 90 Prozent mit einer Spezifität weit über 95 Prozent und einem PPW zwischen 81 Prozent (Belgien) und 99,9 Prozent (Florida).

Bei den Opiaten sind die Ergebnisse überall ungenügend, wobei die hier ermittelte Sensitivität mit 45,5 Prozent noch das beste Resultat darstellt. Spanien kommt lediglich auf eine Sensitivität von 22,2 Prozent mit einem PPW von 100 Prozent,

während Florida ein völliges Testversagen mit einer Sensitivität von 0 Prozent und einem nicht auswertbaren PPW aufweist. Hierbei sollte aber erneut die niedrige Fallzahl berücksichtigt werden, da bei 117 Proben nur vier positiv für Opiate waren, die der Test jedoch nicht erkannt hat. Belgien gibt hier aufgrund der niedrigen Fallzahl keine Qualitätsparameter an.

Bei den Amphetaminen/Methamphetaminen variieren die Ergebnisse für die Sensitivität zwischen 30 bis 100 Prozent, wobei Belgien (Verstraete, et al., 2006) diese Substanzen zu einer Stoffgruppe zusammengefasst und dadurch 60 Prozent ermittelt hat. Spanien (Verstraete, et al., 2006) kommt bei den Amphetaminen ebenfalls auf eine Sensitivität von 60 Prozent und liegt somit in der Nähe der hier ermittelten 71,7 Prozent. Bei den Methamphetaminen/Designerdrogen erzielen die Spanier jedoch nur eine Sensitivität von 30 Prozent, wogegen Florida (Verstraete, et al., 2006) sowohl bei den Amphetaminen und auch den Methamphetaminen/Designerdrogen 100 Prozent Sensitivität erhält. Diese aus Florida ermittelten 100 Prozent sind jedoch ein rein rechnerischer Wert, da die Datengrundlage fehlt. Von 116 kontrollierten Personen gab es bei den Amphetaminen nur zwei Fälle und bei den Methamphetaminen/Designerdrogen nur einen Fall. Während die in dieser Arbeit ermittelten positiv prädiktiven Werte für Amphetamin und Methamphetamin/Designerdrogen in einem noch vertretbaren Bereich liegen, ermittelt Spanien bei den Amphetaminen lediglich einen PPW von 13,9 Prozent und 60 Prozent bei den Methamphetaminen/Designerdrogen. Belgien kommt auf den noch günstigsten Wert mit 61 Prozent, wobei hier Amphetamine und Methamphetamine zu einer Gruppe zusammengefasst wurden. Die bei manchen Substanzklassen zu niedrigen Fallzahlen sind ein generelles Problem, wodurch ein zum Teil verzerrtes Bild über die Funktionalität eines Testes vermittelt wird.

Der Träger DrugTest[®] wurde in Deutschland als sehr zuverlässig und bedienungsfreundlich empfunden, wenngleich der Einsatz durch die zusätzlich zum Testkit notwendige Analyseeinheit erschwert war. Problematisch war in erster Linie die lange Auswertungszeit des Testes von knapp 16 Minuten. Dies wurde auch von den anderen Ländern des Rosita-2-Projektes als negativ angesehen. Ebenso fanden viele Polizeibeamte, speziell in Norwegen (Verstraete, et al., 2006), den Test zu kompliziert, so dass es hier deutliche Motivations-einschränkungen gab.

Ende 2005 nahm Dräger das Dräger DrugTest®-System vom Markt, um an einer neueren, zuverlässigeren Version zu arbeiten. Seit Anfang 2009 ist dieses modernere System unter dem Namen Dräger „DrugTest 5000“ im Saarland in der polizeilichen Erprobung.

5.1.3 Oralstat®

Auch der OralStat® war bei der nachträglichen GC-MS Auswertung im Labor leicht zu handhaben. Die Extraktion der Speichelproben konnte in ausreichender Menge aus den Probensammlern erfolgen und war nicht so zeitaufwendig wie beim OraLab® Test. Lediglich die Analyse der Cannabinoide war bei diesem Test zu Beginn etwas schwierig. Daher sollte auch hier ein Ausschütteln der Proben mit Iso-Hexan und destilliertem Wasser vor dem endgültigen Eindampfen der Proben erfolgen, um einen höheren Reinheitsgrad zu erzielen. Außerdem wurde bei diesem Test die Elution der Cannabinoide erstmals mit der doppelten Menge, also mit 3,5 ml Methanol/Aceton, durchgeführt, wobei die zweiten 1,75 ml nur als zusätzlicher Waschschrift für die BTM dienten und verworfen werden konnten.

Bei der Analyse der Daten zeigte sich, dass der OralStat® insgesamt neben dem Dräger DrugTest® noch am zuverlässigsten war. Jedoch versagte auch dieser Test mit einer unzureichenden Sensitivität besonders bei Cocain und den für Deutschland so relevanten Cannabinoiden. Überhaupt gab es bei dieser Testkassette neben vielen falsch negativen Ergebnissen, besonders bei THC mit 21 von 111, auch viele falsch positive Ergebnisse. Dies machte sich besonders bei den Amphetaminen mit 23 von 111 in einer Spezifität von nur 68 Prozent bemerkbar. Ansonsten wurde für die übrigen Substanzen eine Spezifität von etwa 90 Prozent ermittelt, jedoch mit deutlich eingeschränkten Sensitivitäten. Lediglich Methamphetamin weicht mit einer Sensitivität von 100 Prozent wie auch beim Dräger DrugTest® deutlich von den restlichen Ergebnissen ab. Dies liegt jedoch auch hier wieder an der Tatsache, dass aufgrund der strukturellen Ähnlichkeit von Amphetamin und Methamphetamin ein Test nicht als falsch negativ für Methamphetamin/Designerdrogen gewertet wurde, wenn im Speichel nur Amphetamin nachzuweisen war. Ebenso war ein Test nicht falsch positiv für

Amphetamin, wenn mittels Speichel CG-MS nur Methamphetamin/Designerdrogen ermittelt wurden. Diese genaue Unterscheidung war auch mit dem OralStat[®] Vortest nicht möglich. Erschwerend kommt hinzu, dass die Fallzahlen bei den Methamphetaminen bei allen Tests gering waren. Dies erklärt zum Teil die überdurchschnittlich guten Zahlen im Vergleich mit den anderen Substanzgruppen. Daher sollte dieses Ergebnis mit Vorsicht gewertet werden. Für die Beurteilung der Substanzklasse der Amphetamine/Methamphetamine eignet sich die Analyse der Amphetamine aufgrund einer erhöhten Fallzahl wesentlich besser. Neben den vielen falsch positiven Ergebnissen, die sich auf die Spezifität (68,5 Prozent) und den positiv prädiktiven Wert mit 50 Prozent auswirken, wurde mit 13 falsch negativen Anzeigen auch die Sensitivität mit 63,8 Prozent merklich eingeschränkt. Es muss also bei den Amphetaminen an einem besseren Erkennen der einzelnen Substanzen gearbeitet werden. Denn ein PPW von gerade einmal 50 Prozent ist für den polizeilichen Einsatz unzureichend.

Bei den Opiaten kann der Test mit einer Sensitivität von 75 Prozent das beste Ergebnis aufweisen, wobei im Vergleich zu den anderen Testkassetten mit zwölf von 108 positiven Proben, nachgewiesen mittels GC-MS Speichel, eine höhere Fallzahl vorlag. Mit einer Spezifität von 95,8 Prozent ist der Test bei den Opiaten ebenfalls im oberen Bereich zu sehen, während der positiv prädiktive Wert mit 69 Prozent zwar recht gut ist, jedoch noch keinen regelmäßigen Einsatz rechtfertigt.

Bei Cocain sind beim OralStat[®]-Test die schlechtesten Ergebnisse zu finden. Mit einer Sensitivität von lediglich 50 Prozent und einem positiv prädiktiven Wert von 42,8 Prozent kann der Test trotz einer sehr hohen Spezifität von 96 Prozent für diese Stoffklasse auf keinen Fall für den Außeneinsatz empfohlen werden. Allerdings sind auch hier wie bei den anderen Tests die für Cocain zu niedrigen Fallzahlen zu berücksichtigen.

Dagegen sieht bei diesem Test eine Sensitivität mit 53 Prozent für die Cannabinoide im Vergleich mit den anderen Vortests am vielversprechendsten aus. Jedoch ist der für den praktischen Gebrauch entscheidende positive prädiktive Wert mit 77 Prozent doch noch recht eingeschränkt und wird durch den Träger DrugTest[®] mit 86 Prozent übertroffen.

Im Rahmen des Rosita-2-Projektes (Verstraete, et al., 2006) wurde der OralStat[®] nur in Deutschland getestet. Die im Rahmen dieser Dissertation ermittelten Daten weichen zumindest bei den Sensitivitäten mit Ausnahme von Cocain zum Teil

deutlich von denen ab, die während des Rosita-2-Projektes ermittelt wurden. Jedoch sind auch hier wieder die wesentlich niedrigen Fallzahlen zu berücksichtigen. Beim Rosita-2-Projekt wurden lediglich 44 Speichelproben analysiert, während in dieser Arbeit Daten über 116 gültige Proben vorliegen. Auffällig ist, dass bei dem Rosita-2-Projekt (Verstraete, et al., 2006) im Vergleich zu den hier ermittelten Ergebnissen sehr viel weniger falsch positive Anzeigen vorliegen. Somit fällt auch der PPW vor allem bei den am häufigsten konsumierten Substanzen besser aus. Bei dem internationalen Projekt waren für den OralStat® lediglich sechs falsch positive Ergebnisse (13,64 Prozent) bei 44 Proben für sämtliche Substanzklassen zu verzeichnen. Dagegen wurden hier bei 116 Proben 45 falsch positive Ergebnisse (38,79 Prozent) ermittelt, wobei die meisten die Amphetamine betreffen.

Auf der einen Seite kann diese Abweichung durch das wesentlich größere Probenkollektiv erklärt werden, auf der anderen Seite sind auch Umwelteinflüsse während der Probengewinnung eine mögliche Ursache. Bei den Einsätzen war es zum Teil durch die niedrige Umgebungstemperatur nicht möglich, die Antigen-Antikörper-Reaktion adäquat durchzuführen. Es wurde zwar zeitweise versucht, durch Heizstrahler die Temperatur in der direkten Umgebung des Tests zu steigern, aber es waren immer noch unverhältnismäßig lange Reaktionszeiten zu beobachten, welche die vom Hersteller angegebenen 16 Minuten weit übertrafen. Somit ist es durchaus möglich, dass einige der Ergebnisse durch diesen Umweltfaktor verfälscht wurden. Allerdings zeigten die meisten Tests dann ein negatives Ergebnis an und nicht ein falsch positives.

Um diesen Problemen entgegenzuwirken, ist es empfehlenswert, ein System zu entwickeln, welches bei zu niedriger Umgebungstemperatur beispielsweise einfach in die Tasche gesteckt werden kann, um durch die abgegebene Körperwärme die Antigen-Antikörper-Reaktion am Laufen zu halten. Dies war bei dem untersuchten Test nicht möglich, da die Testkassette auf ebener Fläche stehen musste und nicht mehr gekippt oder anderweitig bewegt werden durfte, sobald die Antigen-Antikörper-Reaktion durch kreisende Bewegungen für drei Sekunden gestartet worden war. Ansonsten hätten die Ergebnisse aufgrund des Testaufbaus verfälscht werden können. Die Testkassette verfügt über zwei getrennte Kammern, die unabhängig voneinander laufen. Würde der Test nun

gekippt oder bewegt werden, könnte es passieren, dass einer der Streifen schneller oder überhaupt nicht laufen würde.

Des Weiteren war es möglich, dass es zu falschen Anzeigen kam, wenn die Position der Teststreifen, die manuell eingesetzt werden mussten, nicht ganz korrekt war. Dies deckt sich auch mit den Berichten aus dem Rosita-2-Projekt (Verstraete, et al., 2006).

Wegen dieser Probleme ist der Test für die Beamten zum Teil schwierig zu handhaben und zu interpretieren. So kann es unter anderem zu unterschiedlichen Auswertungskriterien kommen, da der Test sowohl gerätegestützt analysiert werden kann als auch mit dem bloßen Auge auszuwerten ist. Daher ist es durchaus möglich, dass ein Beamter einen Test negativ interpretiert, während das Gerät eine positive Identifizierung anführt und umgekehrt.

Inzwischen ist die Testphase abgeschlossen. Da der Test noch nicht für den Einsatz empfohlen werden konnte, wird zwischenzeitlich an einer neuen Version gearbeitet. Bereits gesichtete Vorführmodelle versprechen eine weitaus leichtere Handhabung. Inwieweit sich dadurch die Qualitätsparameter ändern, werden zum Teil schon laufende Untersuchungen zeigen.

5.1.4 BIOSENS® Biolab

Die Analyse der BIOSENS®-Speichelproben verlief problemlos und war von den untersuchten Vortests am hygienischsten durchzuführen. Die Salivetten mussten nicht erst kompliziert aus einer Vorrichtung ausgebaut werden, wie das bei den anderen Tests der Fall war, sondern konnten direkt extrahiert werden, da die Probensammler schon in den dazugehörigen Reagenzgefäßen angeliefert wurden. Somit war hier die Gefahr einer möglichen Verunreinigung der Probe schon einmal ausgeschlossen. Im Gegensatz zu den anderen Vortests lag bei diesem jedoch kein freier Speichel vor, sondern lediglich eine mit Speichel durchtränkte Salivette.

Die eigentliche Analyse wurde nach dem Standardverfahren durchgeführt. Es waren keine Abweichungen notwendig, da bei der polizeilichen Analyse zuvor keine Reaktionsflüssigkeit oder ähnliches mit der Salivette in Kontakt gekommen

waren, was die Laboruntersuchungen hätte erschweren können. Zur Durchführung des eigentlichen Vortests wurde die Salivette lediglich auf ein spezielles Filterpapier ausgestrichen und anschließend in das Analysegerät gegeben.

Wie die Analyse der Qualitätsparameter zeigt, scheint dieses Verfahren jedoch noch nicht ausgereift zu sein. Dieser Test schneidet im Vergleich zu den drei anderen am schlechtesten ab und kann aufgrund der aktuellen Ergebnisse nicht für den Einsatz empfohlen werden. Besonders das Vorgehen bei den Cannabinoiden bedarf einer Überarbeitung. Sowohl Sensitivität als auch der für den polizeilichen Einsatz relevante positive prädiktive Wert beweisen mit 0 Prozent ein völliges Testversagen.

Lediglich die Amphetamine/Ecstasy-Gruppe ist mit einem PPW von 87,5 Prozent vielversprechend. Jedoch liegt mit einer Sensitivität von gerade einmal 21 Prozent ein eingeschränktes Ergebnis vor. Wegen 46 falsch negativen Amphetamin/Ecstasy-Ergebnissen, bei gerade einmal 56 gültigen Proben, fällt auch der negativ prädiktive Wert mit 45 Prozent eher schlecht aus.

Mit einer Sensitivität von 20 Prozent und einem positiv prädiktiven Wert von 50 Prozent rechtfertigen auch die Ergebnisse für Morphin keinen praktischen Einsatz des BIOSENS[®]-Gerätes. Allerdings muss bei Morphin ebenso wie bei Cocain die grundsätzlich niedrigere Fallzahl berücksichtigt werden.

Bei Cocain konnte mit einer Sensitivität von 44 Prozent der beste Wert für diesen Test ermittelt werden, jedoch bewirkt eine hohe Anzahl von elf falsch positiven Anzeigen einen stark herabgesetzten positiv prädiktiven Wert von nur 26 Prozent. Für diesen recht neuen auf den Markt gekommenen Test mit seinem komplett anderen Erkennungsprinzip liegen keinerlei Daten zum Vergleich vor. Auch wenn eine Anzahl von 56 gültigen Proben noch keine adäquate Testmenge darstellt, zeigt sich jedoch ein Trend hinsichtlich der Funktionalität des Tests. Neben einer grundsätzlichen Überarbeitung zum besseren Erkennen der Substanzen, besonders der Cannabinoide, sollte auch an der Handhabung des Tests vor Ort gearbeitet werden.

Verglichen mit den anderen Tests weist der BIOSENS[®]-Test mit knapp einer Minute die mit Abstand kürzeste Analysedauer auf. Jedoch ist der Test ansonsten eher kompliziert zu handhaben und aufgrund seiner Größe, seines Gewichts und der potentiellen Notwendigkeit eines Stromanschlusses nur bedingt für den mobilen Außeneinsatz zu gebrauchen.

Die anspruchsvolle Bedienung macht es notwendig, dass ein Polizeibeamter für diesen Test entsprechend geschult wird. Er muss dabei ein gewisses Maß an technischem Grundverständnis erwerben. Denn zahlreiche, nicht ordnungsgemäß funktionierende Kartuschen erfordern ein Verständnis über Austauschvorgänge und anschließende Kalibrierung. Neben der Tatsache, dass diese Kartuschen kostspielig sind, ist es auch nicht möglich, einen Austauschvorgang während eines Einsatzes vorzunehmen, da die Schritte hierzu zu zeitaufwendig sind.

Trotz dieser ganzen Probleme scheint der BIOSENS[®]-Test mit der Methode der Quarzkristall-Mikrowaage prinzipiell vielversprechend zu sein, da diese Art der Detektion des Antigen-Antikörper-Nachweises sehr viel empfindlicher ist als der Nachweis mit Hilfe der anderen Testkassetten.

Dass diese Methode jedoch auch zuverlässig erfolgen kann, belegt die Tatsache, dass dieses Gerät schon seit längerem zur Detektion von Sprengstoffen erfolgreich eingesetzt wird. Da dies bisher jedoch für den Drogennachweis noch nicht ausreichend gelingt und dieses Gerät zudem mit erheblichen Anschaffungskosten für ein Bundesland verbunden ist, kann der BIOSENS[®]-Test aufgrund seines momentanen Funktionszustands nicht für den Einsatz bei der Polizei empfohlen werden.

5.2 Vergleichbarkeit der Speichelergebnisse mit den Serumergebnissen

Beim Vergleich der GC-MS Ergebnisse im Speichel mit denen im Serum zeigte sich insgesamt eine gute Übereinstimmung zwischen den beiden untersuchten Matrices. Dieses Ergebnis bedeutet, dass Speichel durchaus geeignet ist, Fahrer zu identifizieren, die Drogen im Blut haben. Dies deckt sich auch mit anderen in dieser Hinsicht durchgeführten Untersuchungen in der Literatur (Drummer, 2005; Toennes, et al., 2005). Speichel ist die biologische Matrix des Körpers, die in der Lage ist, vergleichbare qualitative Ergebnisse zum Blut aufzuzeigen (Samyn, et al., 2000).

Die für Deutschland wichtigste Substanzgruppe, die Cannabinoide, wurde insgesamt in 175 GC-MS Serumproben nachgewiesen und war in 128 Speichelproben ebenfalls erfolgreich zu ermitteln. Davon wurden jedoch zwei

Proben (1,56 Prozent) für falsch positiv erklärt, da im Serum kein THC nachzuweisen war. 126 richtig positive Proben für THC entsprechen einer Übereinstimmung von 72 Prozent. Die übrigen 49 Proben (28 Prozent) waren im Speichel negativ für THC. Eine mögliche Erklärung für den Anteil an negativen Speichelproben könnte die Tatsache sein, dass zur Speichelanalyse eine wesentlich geringere Menge verwendet wird als bei der Analyse der Serumproben. Die zwei falsch positiven Proben könnten durch die bereits oben erwähnte orale Kontamination erklärt werden. Hierbei ist es möglich, dass sehr hohe Konzentrationen im Speichel nachzuweisen sind, während im Serum praktisch keine Spuren eines Konsums vorliegen (Toennes, et al., 2005).

Bei den Amphetaminen, der nach den Cannabinoiden am zweithäufigsten konsumierten Substanzgruppe, war im Serum mittels GC-MS in 72 Fällen ein Nachweis möglich, während im Speichel in 74 Fällen ein Amphetaminnachweis gelang. Davon waren jedoch fünf Proben (6,76 Prozent) falsch positiv. Dies kann durch die Tatsache erklärt werden, dass aufgrund des Unterschieds der pH-Werte zwischen Speichel (6,0-6,5) und Serum (7,36-7,44) die Amphetamine und Derivate in den sauren Speichel sezerniert und dort gehalten werden. Deshalb liegen im Speichel dann auch wesentlich höhere Konzentrationen vor. In 69 Fällen (95,83 Prozent) lag eine Übereinstimmung vor. Für drei negative Speichelproben (4,17 Prozent) war ein Serumnachweis zu ermitteln. Bei einer Person wurden zwei Vortests durchgeführt. Eine dieser Proben war falsch negativ, während in der anderen Speichelprobe Amphetamin korrekt nachzuweisen war. Es kann also sein, dass die durch Amphetaminkonsum bedingte Xerostomie zu einer unzureichenden Speichelaufnahme in die Salivetten führt. Somit kann die Substanz im Speichel nicht nachgewiesen werden, obwohl sie eigentlich in ausreichender Konzentration in dem Speichelsekret vorliegen müsste. Daher sollte an einer Möglichkeit gearbeitet werden, einen zusätzlichen Speichelfluss anzuregen. Bei einer neueren Version des OralStat[®]-Tests wird dies durch die Verwendung von Duftstoffen versucht (Drummer, 2005). Dieser zusätzlich angeregte Speichelfluss führt jedoch zu einer möglichen Verdünnung der nachzuweisenden Substanz. Somit kann es Probleme bei den Vortests aufgrund der hohen Cut-off Werte geben. Einige Proben könnten durch diese Manipulation als falsch negativ interpretiert werden. Eine gründlichere Probensammlung wäre folglich einer Anregung des Speichelflusses vorzuziehen. Werden die

Speichelproben jedoch mittels GC-MS analysiert, tritt dieses Problem wegen der hohen Empfindlichkeit der Methode nicht auf. Die Analyse von angeblich negativen Speichelproben ist zwar im Rahmen von Studien möglich, jedoch bei einer normalen Untersuchung auf Dauer nicht zu finanzieren. Somit muss überlegt werden, wie die Vortests trotz Verdünnung der Matrix adäquat reagieren.

MDMA war in 32 Serumproben mittels GC-MS nachweisbar, im Speichel ebenfalls in 32 Fällen, wovon jedoch zwei Proben (6,25 Prozent) falsch positiv waren. Mit 30 korrekt erkannten Proben liegt eine Übereinstimmung von 93,75 Prozent zwischen Speichel und Serum vor. Lediglich für zwei positive Serumproben (6,25 Prozent) konnte kein positiver Speichelnachweis erfolgen.

MDA war ebenfalls in 32 Serumproben nachzuweisen und trat immer in Kombination mit MDMA auf. Jedoch konnten nur 26 Speichelproben (81,25 Prozent) positiv auf MDA getestet werden. Sechs Speichelproben (18,75 Prozent) waren falsch negativ. Die Serumkonzentrationen von MDA waren in allen Fällen deutlich niedriger als die von MDMA. Daher ist davon auszugehen, dass es sich bei MDA um einen Metaboliten von MDMA handelt. Dieses Ergebnis wird auch von anderen Untersuchungen belegt (Toennes, et al., 2005) und zusätzlich durch die Tatsache gestützt, dass es entsprechend neuerer Erkenntnisse auf dem illegalen Markt praktisch nicht mehr zu einem Handel mit MDA kommt (Vollrath, et al., 2002). MDEA war sowohl in zwei Serumproben als auch in zwei Speichelproben nachweisbar und wurde in beiden Fällen von MDMA und MDA begleitet.

Methamphetamin konnte nur in einem Fall in Serum und Speichel nachgewiesen werden.

Cocain (Methylester des benzoylierten Ecgonins) wird nach Konsum rasch in den inaktiven Hauptstoff Benzoylecgonin und in Methylecgonin verstoffwechselt. Im Saarland werden bei der Blutentnahme keine Serumröhrchen mit Fluoridzusatz verwendet. Eine Fluoridierung würde eine Inaktivierung der unspezifischen Pseudo-Cholinesterasen bedingen. Im Körper wird durch Hydrolyse des Methylesters Benzoylecgonin als Hauptabbauprodukt gebildet sowie unter Mitwirkung von Pseudocholin-Esterasen unter Abspaltung der Benzoylgruppe Methylecgonin. Da also der Abbau sowohl durch Hydrolyse von Cocain als auch die Pseudo-Cholinesterasen weiter aktiv stattfinden kann, war der Hauptstoff Cocain lediglich in zwei Serumproben direkt nachweisbar. Aufgrund von

Abbauvorgängen im Serumröhrchen wurden elf Speichelproben, die positiv für Cocain waren, trotz eines negativen GC-MS Ergebnisses im Serum als richtig positiv für einen Cocainkonsum gewertet, da im Serum der Hauptmetabolit Benzoyllecgonin nachgewiesen werden konnte. Dies wird auch durch eine Studie der Bundesanstalt für Straßenwesen bestätigt (Vollrath, et al., 2002). Ansonsten war in weiteren 28 Fällen BZE in Serumproben zu ermitteln und in 23 Speichelproben ohne zusätzlichen Cocainnachweis. Eine Probe (4,35 Prozent) war hierbei falsch positiv und BZE konnte nicht im Serum ermittelt werden. Mit 22 richtig identifizierten Proben liegt eine Übereinstimmung von 78,57 Prozent vor. In sechs Speichelproben (21,43 Prozent) konnte kein BZE nachgewiesen werden. EME führte bei 13 Serumproben zu einem positiven Ergebnis. Es konnte jedoch nur in acht Speichelproben (61,54 Prozent) gefunden werden. Die restlichen 38,46 Prozent (fünf Proben) waren falsch negativ. Methylecgonin trat nur in Verbindung mit dem Hauptmetaboliten Benzoyllecgonin in Erscheinung. Da in Speichel Cocain zum Teil direkt nachgewiesen werden kann und dort nicht durch Esterasen metabolisiert wird, eignet sich diese Matrix zum Vororttest für Cocain (Drummer, 2005).

Bei den Opiaten war das Heroinabbauprodukt Morphin in 22 Fällen im Serum und in 21 Fällen in Speichel zu identifizieren, wohingegen beim Speichel zwei Proben (9,5 Prozent) falsch positiv waren. 19 Proben wurden richtig erkannt und führen somit zu einer Übereinstimmung von 86,36 Prozent. Drei Proben (13,64 Prozent) waren falsch negativ und nicht im Speichel zu ermitteln.

Codein war in 22 Serumproben und in 18 Speichelproben (81,8 Prozent) vorhanden. Vier Speichelproben waren falsch negativ. Codein lag als Begleiter von Morphin in deutlich geringerer Konzentration vor. Daraus kann man schließen, dass vermutlich Heroin als illegale Substanz konsumiert wurde (Drummer, 2005). Dihydrocodein war weder in Serum noch im Speichel in Erscheinung getreten. Dagegen war MAM in zwölf Fällen im Speichel vorhanden, jedoch in keiner Serumprobe. Dies stimmt mit anderen Untersuchungen überein und ist dadurch zu erklären, dass Monoacetylmorphin das erste unmittelbare Abbauprodukt von Heroin darstellt (Drummer, 2005; Toennes, et al., 2005). Vergleichbar mit der Metabolisierung bei Cocain, wird auch bei Heroin der Abbauvorgang von Heroin über MAM zu Morphin in den verwendeten Serumröhrchen nicht unterbunden.

Insgesamt zeigt sich, dass **Speichel sehr gut als Suchtestmatrix für illegalen Drogenkonsum verwendet werden kann**. Dennoch wurde auch deutlich, dass der verwendete Vortest eine Rolle spielt. Nur wenn dieser die nachzuweisenden Substanzen zuverlässig erkennen kann, ist auch mit einer hohen Übereinstimmung zwischen Speichel und Serum zu rechnen. Besonders bei THC waren zwischen den einzelnen Testkassetten gravierende Unterschiede festzustellen. Dies ändert jedoch nichts an der Tatsache, dass sich Speichel gut zum Drogennachweis eignet. Vielmehr bestätigt dieser Aspekt nochmals die Notwendigkeit, dass die Vortests zum Teil deutlich verbessert werden müssen.

Bei der Untersuchung der Ergebnisse hinsichtlich der Einzelsubstanzen zeigt sich unabhängig von den Testkassetten, dass alle wichtigen Stoffe entweder direkt oder anhand ihrer Metaboliten relativ zuverlässig im Speichel nachgewiesen werden können. Mit Ausnahme von THC mit einer Sensitivität von 72 Prozent und EME mit 61,5 Prozent liegen die übrigen Ergebnisse für die Sensitivität im Durchschnitt bei 81 Prozent. Während die Sensitivität bei EME nicht so entscheidend ist, da zum Cocainnachweis BZE der eigentliche Hauptmetabolit ist, muss die Sensitivität für THC noch gesteigert werden. Dies führt jedoch wieder zu dem bereits in vorherigen Abschnitten erwähnten Problem bei der Probenentnahme bezüglich THC. Wenn es gelingt, die Probensammler so zu verändern, dass THC oder, wie in einer neuen Studie beschrieben (Moore, et al., 2007), THC-COOH adäquat aufgenommen und zum Untersuchen vor allem auch wieder abgegeben werden kann, wird sich vermutlich auch die Sensitivität von Speichel im Vergleich mit Serum weiter verbessern.

Die übrigen Qualitätsparameter liegen mit Ausnahme von THC für die übrigen Substanzen alle um 90 Prozent. **Eine Gesamtgenauigkeit von 91 Prozent bestätigt die Zuverlässigkeit der Drogendetektion in Speichel**. Somit steht dem Speichel als zuverlässige Matrix bei den Vortests im Rahmen der Verdachtsgewinnung und späteren Bestätigungsanalytik nichts mehr im Wege. Lediglich zuverlässige Vortestsysteme müssen noch entwickelt bzw. verbessert werden.

6. Literaturverzeichnis

1. **Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V.** ADAC, Drogen im Straßenverkehr [Bericht]. - 2004.
2. **Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V.** ADAC-ÄrzteCollegium ARuV. Drogen im Straßenverkehr [Bericht]. - 2001.
3. **Aps JK und Martens LC** The physiology of saliva and transfer of drugs into saliva [Artikel] // Forensic Science International 150. - Forensic Science Int, 06 2005. - 119-131.
4. **Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften** Leitlinien der Dt. Ges. f. Suchtforschung und Suchttherapie (DG-Sucht) und der Dt. Ges. f. Psychiatrie, Psychotherapie und Nervenheilkunde (DGPPN) [Online]. - 10 2004. - <http://www.uni-duesseldorf.de/AWMF/II/076-005.htm>.
5. **Biosens Applications** Biosens Biolab [Online]. - 2007. - http://www.biosensor.se/technology/antibody_reaction.php.
6. **Bundeskriminalamt** Bundeslagebild Rauschgift [Online]. - 2005. - www.bka.de/lageberichte/rg.html.
7. **Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA)** Amphetamine - Die Sucht und ihre Stoffe [Bericht]. - Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e.V., 2006.
8. **Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA)** Cannabis - Basisinformation [Bericht]. - Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e.V., 2006.
9. **Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA)** Heroin - die Sucht und ihre Stoffe [Bericht]. - Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e.V., 2006.
10. **Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA)** Kokain - Die Sucht und ihre Stoffe [Bericht]. - Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e.V., 2006.
11. **Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA)**. Cannabis - Die Sucht und ihre Stoffe [Bericht]. - Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e.V., 2006.
12. **Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA)**. Wie lange können Drogen im Körper nachgewiesen werden? [Online]. - 2006. - www.drugcom.de/bot_faq_sub-10_idx-48.html.
13. **Crouch D.J. [et al.]** An evaluation of selected oral fluid point-of-collection drug-testing devices [Artikel] // Journal of analytical toxicology. - 2005. - 244-248.
14. **Deutscher Wetterdienst** Deutscher Wetterdienst [Online]. - 2007. - www.dwd.de.
15. **Drogenbeauftragte der Bundesregierung; Sabine Bätzing** Die Drogen- und Suchtpolitik der Bundesregierung [Bericht]. Bundesministerium für Gesundheit, 2006.
16. **Drogenbeauftragte der Bundesregierung; Sabine Bätzing** Drogen und Suchtbericht [Bericht]. Bundesministerium für Gesundheit, 2007.
17. **Drummer O.H.** Pharmacokinetics of illicit drugs in oral fluid [Artikel] // Forensic Science International. - 10. 06 2005. - 133-142.
18. **Kauert G.F., Iwersen-Bergmann S. und Toennes S.W.** Assay of Delta9-tetrahydrocannabinol (THC) in oral fluid-evaluation of the OraSure oral specimen collection device [Artikel] // Journal of Analytical Toxicology. - 05 2006. - 274-277.
19. **Kintz P. [et al.]** Detection of cannabis use in drivers with the drugwipe device and by GC-MS after Intercept device collection [Artikel] // Journal of Analytical Toxicology. - 10 2005. - 724-727.
20. **Kubitzi, Jörg; Forschungsgemeinschaft Auto-Sicht-Sicherheit, Aachen** Ecstasy im Straßenverkehr [Artikel] // Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 47. - 2001. - 178-183.
21. **Mavand Solutions GmbH** OralStat [Online]. - 2007. - <http://www.mavand.de/html/oralstat.html>.

- 22. Moore C. [et al.]** Detection of Conjugated 11-nor- Δ^9 -Tetrahydrocannabinol-9-carboxylic Acid in Oral Fluid [Artikel] // Journal of Analytical Toxicology. - 2007. - 187-194.
- 23. Mühr Bernhard** www.klimadiagramme.de [Online]. - 2007. - www.klimadiagramme.de.
- 24. Mura P.** Use of drugs of abuse in less than 30-year-old drivers killed in a road crash in France: A spectacular increase for cannabis, cocaine and amphetamines. [Artikel] // Forensic Science International 160. - 2005. - 168-172.
- 25. Polzius R., Steinmeyer S. und Manns A.** Dräger Drug Test [Artikel] // Drägerheft (Vorabdruck) 377. - 2004.
- 26. Projektgruppe "Drogen im Straßenverkehr" des UA FEK Bundes - Lagebild "Drogen im Straßenverkehr" 2004** [Online]. - 2005. - <http://www.bundesrat.de/DE/gremien-konf/fachministerkonf/imk/Sitzungen/05-12-09/05-12-09-anlage-nr-14,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/05-12-09-anlage-nr-14.pdf>.
- 27. Samyn N. und van Haeren C.** On-site testing of saliva and sweat with Drugwipe and determination of concentrations of drugs of abuse in saliva, plasma and urine of suspected users [Artikel] // International Journal of Legal Medicine. - 2000. - 150-154.
- 28. Strate RA Dr. h.c. Gerhard** 304. BVerfG 1 BvR 2652/03 (2. Kammer des Ersten Senats) - Beschluss vom 21. Dezember 2004 (OLG Zweibrücken/AG Kandel) [Online] // Onlinezeitschrift für Höchstrichterliche Rechtsprechung zum Strafrecht. - 2005. - www.hrr-strafrecht.de.
- 29. Toennes S.W. [et al.]** Screening for drugs of abuse in oral fluid--correlation of analysis results with serum in forensic cases [Artikel] // Journal of Analytical Toxicology. - 2005. - 22-27.
- 30. Varian, Inc.** Panel für den qualitativen Nachweis von Drogen im Speichel [Online] / Hrsg. Varian Technical Support. - 2003. - www.varian-onsite.de.
- 31. Verstraete Alain G. und Raes Elke** Rosita-2 project, Final Report [Bericht]. - Ghent University, Belgium : 2006.
- 32. Vollrath Mark [et al.]** Fahrten unter Drogeneinfluss – Einflussfaktoren und Gefährdungspotenzial [Artikel] // Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Unterreihe "Mensch und Sicherheit" M132. - 2001.
- 33. Vollrath Mark [et al.]** Drogen im Straßenverkehr [Artikel] // Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Unterreihe "Mensch und Sicherheit" M145. - 2002.
- 34. Weidauer H** Speichel als Keimüberträger [Artikel] // Laryngo-Rhino-Otologie / Stuttgart. Georg Thieme Verlag. - 2001. - 26-60.

7. Publikationen/Dank

Publikationen

Thomas Krämer, Katrin Etmüller, Eva Prinz, Hans-Jürgen Maurer, Jochen Wilske

Roadside drug testing in oral fluid – The Saarland experience
The International Association of Forensic Toxicologists (TIAFT) 44th
International Meeting, Ljubljana, Slovenia

Thomas Krämer, Katrin Etmüller, Eva Prinz, Hans-Jürgen Maurer, Jochen Wilske

*Drogenvortests im Straßenverkehr mittels Quarzkristall-Mikrowaagen-
Technologie (Biosens®) – Erste Erfahrungen im Einsatz bei der
saarländischen Polizei*
85. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin und DNA
in Forensics 2006, Congress Innsbruck, Austria

In Planung

Kristina Y. Rust, Katrin Etmüller, Hans-Jürgen Maurer, Jochen Wilske, Thomas
Krämer

Roadside drug testing in oral fluid - Improvements over the last years
Forensic Science International

Danksagung

Prof. Dr. Thomas Krämer für die Überlassung des Themas, für die Betreuung der Arbeit, für seine kompetente Hilfe zu jeder Tages- und Nachtzeit

Prof. Dr. med. Jochen Wilske und allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für Rechtsmedizin Homburg/Saar

Dietmar Bregel und Stefan Warth für die Unterstützung im Labor

Eva Prinz für die Hilfe bei der Probenanalyse

8. Lebenslauf

Name:	Katrin Etmüller
Geburtsdatum:	10.03.1981
Geburtsort:	Heidelberg
Schulbildung:	
1987-1991	Grundschule Deidesheim
1991-2000	Kurfürst-Ruprecht-Gymnasium Neustadt an der Weinstraße
	Allgemeine Hochschulreife am 09.06.2000
Berufsausbildung:	
	01.01.2001 bis 03.12.2007 Sanitätsoffiziers- anwärter der Bundeswehr
	seit 04.12.2007 Sanitätsoffizier
Studium:	
seit 01.10.2001	Studium der Humanmedizin an den Universitätskliniken des Saarlandes
10.09.2003	Ärztliche Vorprüfung
2006	Experimenteller Teil der Dissertation bei Prof. Dr. T. Krämer im Institut für Rechtsmedizin des Universitätsklinikums des Saarlandes
08.2006-07.2007	Praktisches Jahr an den Universitätskliniken des Saarlandes
20.11.2007	Ärztliche Prüfung
28.11.2007	Approbation als Arzt
seit 03.12.2007	Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz, Abteilung für Unfall-, Plastische- und Wiederherstellungschirurgie, Orthopädie

9. Anhang: „Torkelbogen“

Behörde: Dienststelle: Straße/Nr.: PLZ/Ort: Telefon: Fax:	Tgb.-Nr.: Vorgang-Nr.: Datum: Sachbearbeiter/-in: Blutpr.-Nr.: Urinpr.-Nr.:		
PROTOKOLL und ANTRAG zur Feststellung von im <input type="checkbox"/> Alkohol <input type="checkbox"/> Blut <input type="checkbox"/> Drogen <input type="checkbox"/> Urin <input type="checkbox"/> Medikamenten / anderen berauschenden Mitteln <u>Zeitpunkt der Unsicherstellung:</u> <small>Datum/Uhrzeit:</small>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; border-right: 1px solid black;"> Klebezettel 1. Blutprobe <small>(Duplikat(e) bitte lose beheften)</small> </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> Klebezettel 2. Blutprobe </td> </tr> </table>	Klebezettel 1. Blutprobe <small>(Duplikat(e) bitte lose beheften)</small>	Klebezettel 2. Blutprobe
Klebezettel 1. Blutprobe <small>(Duplikat(e) bitte lose beheften)</small>	Klebezettel 2. Blutprobe		

A. Polizeibericht Maßnahme angeordnet:

1. Personalien:

Familienname: _____ Geburtsname: _____
 Vorname: _____ Geschlecht: _____ Geburtsjahr: _____

2. Anlaß der Untersuchung:

3. Zeitpunkt des Vorfalls: Datum: _____ Uhrzeit: _____

4. Atemalkohol-Vortest: nein abgelehnt nicht durchführbar, weil: _____
 ja am: _____ Ergebnis: _____ ‰ Gerätenr.: _____

5. Vor Befragung zur Sache belehrt nach §§ 163a Abs. 4, 136 Abs. 1 Satz 2-4 StPO, 55 OWiG:

Erklärung der/des Beschuldigten / Betroffenen

Es ist mir eröffnet worden, welche Tat mir zur Last gelegt wird. Ich bin darauf hingewiesen worden, dass es mir nach dem Gesetz freisteht, mich zu der Beschuldigung zu äußern oder nicht zur Sache auszusagen und jederzeit, auch schon vor meiner Vernehmung, eine(n) von mir zu wählende(n) Verteidiger/-in zu befragen. Dies gilt auch für meine Angaben bzw. meine Mitwirkung anlässlich der ärztlichen Untersuchung. Ich bin auch darüber belehrt worden, dass im Gegensatz zur Blutentnahme die Abgabe einer Urinprobe nur mit meiner Einwilligung erfolgen kann. Ich bin ferner darüber belehrt worden, dass ich zu meiner Entlastung einzelne Beweiserhebungen beantragen kann.*

6. Ich beantrage keine Beweiserhebungen folgende Beweiserhebungen
7. Über die Aufnahme von Alkohol, Drogen, Medikamenten usw. mache ich keine Angaben folgende Angaben:
 a) in den letzten 24 Stunden vor dem Vorfall keine Aufnahme

Art:				
Menge:				
Zeitraum:				
b) nach dem Vorfall <input type="checkbox"/> keine Aufnahme				
Art:				
Menge:				
Zeitraum:				

8. Ergänzende Angaben zu Ziffer 7.: (z.B. Zeugenaussagen zum (Nach-)Konsum etc.):

Das Untersuchungsergebnis ist zu senden an: _____
 i. A. _____

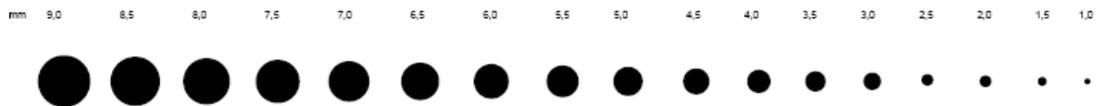
* Bei Verdacht einer Ordnungswidrigkeit ist dieser Satz zu streichen

Vorgang.Nr.:	
Blutpr.-Nr.:	Urinpr.-Nr.:

9. Polizeiliche Feststellungen zur Beeinträchtigung der Fahrtüchtigkeit

Beobachtungen zur Fahrweise, Witterung und Fahrbahn:			
Fahrweise: <input type="checkbox"/> keine eigenen Beobachtungen <input type="checkbox"/> sicher <input checked="" type="checkbox"/> unsicher <input type="checkbox"/> Schlangenlinie <ul style="list-style-type: none"> ● Abweichung v.d. Geraden ● Zahl der Schlenker ● bei einer Beobachtungsstrecke von m <input type="checkbox"/> unangepaßte Geschwindigkeit <input type="checkbox"/> Vorfahrtverstoß <input type="checkbox"/> Sonstige Auffälligkeiten: ergänzender Text	Fahrzeugbedienung: <input type="checkbox"/> Abwürgen des Motors <input type="checkbox"/> unsicheres Schalten <input type="checkbox"/> Aufheulen des Motors <input type="checkbox"/> Sonstiges	Fahrzeugmängel: <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja	
	Fahrbahn: <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> trocken <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> naß <input type="checkbox"/> Baustelle <input type="checkbox"/> Winterglätte <input type="checkbox"/> gut ausgeleuchtet <input type="checkbox"/> schlecht ausgeleuchtet	Witterung: <input type="checkbox"/> Regen <input type="checkbox"/> starker Wind/Sturm <input type="checkbox"/> Nebel <input type="checkbox"/> Eis / Schnee	Lichtverhältnisse: <input type="checkbox"/> Tageslicht <input type="checkbox"/> Dämmerung <input type="checkbox"/> Dunkelheit
Beobachtung beim Anhalten oder Antreffen:			
Reaktion: <input type="checkbox"/> unauffällig <input type="checkbox"/> verzögert <input type="checkbox"/> extrem langsam	Körperliche Auffälligkeiten: <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> Schweißausbruch <input type="checkbox"/> Zittern <input type="checkbox"/> Unruhe <input type="checkbox"/> Erbrechen	Äußere Erscheinung: <input type="checkbox"/> gepflegt <input type="checkbox"/> ungepflegt <input type="checkbox"/> verwahrlost	
Der deutschen Sprache mächtig: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> bedingt	Aussprache: <input type="checkbox"/> deutlich <input type="checkbox"/> Silbenstolpern <input type="checkbox"/> verwaschen <input type="checkbox"/> lallend	Ansprechbarkeit / Orientierung: <input type="checkbox"/> schläfrig <input type="checkbox"/> leicht aufweckbar <input type="checkbox"/> tiefschlafend / bewußtlos <input type="checkbox"/> orientiert <input type="checkbox"/> verwirt	
Stimmung / Verhalten: <input type="checkbox"/> ruhig, beherrscht <input type="checkbox"/> aufgeregt <input type="checkbox"/> unangemessen fröhlich <input type="checkbox"/> stumpf <input type="checkbox"/> distanzlos <input type="checkbox"/> provokativ <input type="checkbox"/> aggressiv <input type="checkbox"/> weinerlich	Aussteigen aus dem Fahrzeug: <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> Gleichgewichtsstörungen <input type="checkbox"/> muß sich am Fahrzeug festhalten	Gang: <input type="checkbox"/> sicher <input type="checkbox"/> schleppend <input type="checkbox"/> schwankend <input type="checkbox"/> torkeind	
Alkoholgeruch: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein			
Augen: <input type="checkbox"/> unauffällig <input type="checkbox"/> Bindehäute gerötet <input type="checkbox"/> wäßrig / glänzend <input type="checkbox"/> unruhig	Pupillen: <ul style="list-style-type: none"> ● rechts ● links <input type="checkbox"/> prompte Lichtreaktion <input type="checkbox"/> träge Lichtreaktion	Lichtverhältnisse am Untersuchungsort: <input type="checkbox"/> Tageslicht <input type="checkbox"/> Dämmerung <input type="checkbox"/> Nacht / Straßenlaterne <input type="checkbox"/> Nacht / Raumbelichtung	
Sonstige Beobachtungen (Sämtliche asservierte Pulver, Tabletten u.ä., sonstige Auffälligkeiten im Auto/an der Person): keine weiteren Auffälligkeiten vorhanden			
Verhalten während der Amtshandlung: Dauer: von Uhr bis Uhr <input type="checkbox"/> gleichbleibend <input type="checkbox"/> folgende deutliche Veränderungen: zunehmende Aggressivität			

Festgestellt von: _____



Vorgang-Nr.:	
Blutpr.-Nr.:	Uninpr.-Nr.:

B. Ärztlicher Bericht

Zur Desinfektion der Haut speziellen Tupfer (liegt dem Blutentnahmesystem bei) oder 1%ige Sublimat- bzw. Oxycyanatlösung verwenden!

Familienname: Geburtsname:
 Vorname: Geschlecht: Geburtsjahr:

I. Blutentnahme

	Blutröhrchen für:					
	Datum	Uhrzeit	Blutpr.-Nr.:	Alkohol	Drogen	Medikamente/andere berauschende Mittel
1. Entnahme:						
2. Entnahme:						

Bei Leichen:
 Todeszeit Fäulniserscheinung
 Datum: Uhrzeit: Uhr keine leicht stark
 Leichenblutentnahme(Art der Vene)
 (ca. 8 ccm): Datum: Uhrzeit: Uhr
Blutentnahme nur aus der freigelegten Oberschenkelvene mit Blutröhrchen. Nicht aus dem Herzen, aus Wunden oder Blutlachen.

Hat vor der Blutentnahme eine medikamentöse Therapie (z.B. durch den Notarzt) stattgefunden ?

nein ja, wann: womit:

Transfusion/Infusion/Narkose

nein ja, wann: womit:

Blutverlust nein ja Schock nein ja Erbrechen nein ja

II. Befragung

Sind vor oder nach dem Vorfall Medikamente oder Drogen bzw. andere berauschende Mittel eingenommen worden?

nein keine Angaben

ja, folgende:

Name:					
Dosis:					
Zeitpunkt:					

Vorbestehende Krankheiten oder Leiden:

Diabetes Epilepsie Geisteskrankheit früheres Schädelhirntrauma

.....

Grund des Hierseins / Einschätzung der momentanen Situation / Kritikfähigkeit:

.....

Schriftprobe (nicht Unterschrift):

.....

