

---

**Stadtpolizei    Wissenschaftlicher Dienst \***  
**Zürich**

März 2010

---

**Technische und biomechanische Sachverhaltsabklärungen  
durch AGU und WD \***

*Spurensicherungsarbeiten am Ereignisort, Spurenkundliche Untersuchungen, Kriminaltechnische Untersuchungen, Technische Brandursachenermittlung, Technische Unfallanalysen, Biomechanische Beurteilungen, Technisch-biomechanische Spezialgutachten, Rechtsmedizinische Beurteilungen (nur Aktengutachten)*

**Ausgangslage**

Die Untersuchung von Unfallereignissen beginnt mit der sorgfältigen Spurensicherung am Ereignisort. Die entsprechenden Untersuchungen erfordern grosse Vorsicht und besondere Kenntnisse in allen Bereichen der Kriminaltechnik, der Fahrzeugtechnik oder der Brandursachenermittlung. Die Analyse und Interpretation der üblicherweise vorhandenen Informationen zu Unfallumständen, also z.B. des Polizeirapportes, der Schadenbilder der Fahrzeuge und der Aussagen der Beteiligten zu „Geschwindigkeiten“, erfordert grosse Vorsicht und besondere Kenntnisse in den Fachbereichen Fahrzeugtechnik, Unfallrekonstruktion, Biomechanik und Medizin. Andernfalls ergeben sich oft unzutreffende Einschätzungen der Unfallheftigkeit und der Unfallumstände, was die juristische und die versicherungstechnische Beurteilung und die medizinische Behandlung in falsche Richtungen leiten kann.

**Spurensicherungsarbeiten am Ereignisort****WD \***

Was am Ereignisort nicht gefunden und fachkundig sichergestellt wird, ist für eine spätere Untersuchung und Bewertung üblicherweise unwiderruflich verloren. Situationsspuren, minimale Materialübertragungen (Mikrospuren), Schadenbilder an den beteiligten Fahrzeugen, Kleidungsstücke von Beteiligten und andere Spurenträger erlauben es häufig, in der Kombination mit den physikalischen Gesetzmässigkeiten, detaillierte Aussagen zum Unfallhergang und z.B. den Geschwindigkeiten der beteiligten Fahrzeuge oder Personen vorzunehmen.

---

**\* Wissenschaftlicher Dienst WD, ab 22.3.2010 Forensisches Institut Zürich (Kantons- und Stadtpolizei Zürich):** Zeughausstrasse 11, Postfach, 8021 Zürich  
Tel. 044 411 96 96, Fax 044 411 96 69

---

**Arbeitsgruppe für Unfallmechanik AGU:** Winkelriedstr. 27, 8006 Zürich  
Tel. 044 251 54 30, Fax. 044 251 54 31, [sekretariat@agu.ch](mailto:sekretariat@agu.ch), [www.agu.ch](http://www.agu.ch)

---

Der Wissenschaftliche Dienst unterhält einen 24h/Tag und 365 Tage/Jahr Pikettdienst, der personell und materiell-in der Lage ist, rund um die Uhr an jeden Ort in der Schweiz innert Stunden auszurücken.

Der WD kann bei anfallenden Spurensicherungsarbeiten die örtlichen Einsatzkräfte unterstützen oder die Leitung übernehmen. Wir sind insbesondere spezialisiert auf eine umfassende Dokumentation der vorgefundenen Situation, die Spurensuche und das fachgerechte sichern der vorhandenen materiellen Beweismittel und Spuren.

Für die Erstellung eines massstäblichen Unfallplans können wir die Mehrbildfotogrammetrie (RolleiMetric) einsetzen und entsprechende Auswertungen durch den Unfalltechnischen Dienst der Stadtpolizei Zürich anbieten. Nachträgliche Entzerrungen von nicht-metrischen Fotos sind mit der Software RolleiMetric ebenfalls möglich.

Objekte bis zu einer maximalen Grösse von Fahrzeugen können wir mit dem 3D-Streifenlicht-Scanner (ATOS II von GOM) vermessen und als digitale 3D-Modelle erfassen. Für die 3D-Vermessung von ganzen Ereignisorten verfügen wir über Zusammenarbeitsverträge mit spezialisierten Vermessungsbüros resp. Anbietern von 3D-Laser-Scannern, so dass ein rascher Einsatz dieser Instrumente am Ereignisort gewährleistet ist.

Wir können Spurensicherungsarbeiten in den Gebieten Verkehrs- und Flugunfälle, Arbeitsunfälle, (technische) Brände und Chemieunfälle ebenso anbieten wie in den klassischen Gebieten der Kriminaltechnik: Gewalt- und Sexualdelikte, Schusswaffendelikte und -unfälle, Betäubungsmitteldelikte sowie Sprengstoffdelikte und -unfälle.

Die sichergestellten Beweismittel können wir fachgerecht und vor unberechtigtem Zugriff geschützt archivieren.

## **Spurenkundliche Untersuchungen**

**WD \***

Bei den spurenkundlichen Untersuchungen von Verkehrsunfällen kommen die Methoden der klassischen Kriminaltechnik vor allem dort zum Einsatz, wo der Kontakt von Unfallbeteiligten belegt werden muss. Dabei kann es um Kollisionskontakte im Allgemeinen, um die genauen Kontaktzonen und/oder -konfigurationen oder die spurenkundliche Bestätigung des Kollisionsortes gehen, oder um die Zuordnung von verschiedenen Fahrzeuginsassen auf die verschiedenen Sitzpositionen etc., indem vorhandene Mikropuren (Lack, Fasern, Kunststoffe, Glas, biologisches Material) mikroskopisch oder instrumentalanalytisch untersucht wird.

Weitere, spezialisierte Untersuchungen von fahrzeugspezifischen Systemen sind möglich:

- Wurden Sicherheitsgurten oder Motorradhelme getragen?
- Wie war der Zustand der Fahrzeugbeleuchtung im Kollisionsmoment?
- Sind Räder und Reifen allenfalls unfallursächlich oder sind gefundene Schäden kollisionsbedingt?
- Waren Tachografen (Fahrtschreiber), Restwegschreiber oder Unfalldatenspeicher (UDS) im Fahrzeug eingebaut und was für Daten wurden aufgezeichnet?

### **Was machen wir nicht?**

- Beurteilung der Art und Schwere von Verletzungen von Unfallopfern (Institut für Rechtsmedizin)
- Rechtliche Beurteilungen zur Frage des Verschuldens von einzelnen Beteiligten.

---

## Kriminaltechnische Untersuchungen

WD \*

Die kriminaltechnische Untersuchung ergibt sich aus der Untersuchung der gefundenen materiellen Spuren und Spurenbilder einerseits und einer systematischen Bewertung dieser Resultate unter Einbezug der aktenkundig gesicherten Zusatzinformationen in Bezug auf verschiedene mögliche Ereignisabläufe. Dabei versuchen wir aufzuzeigen, welche Spuren oder Spurenbilder in Einklang mit einzelnen Szenarien stehen resp. wo sich welche Widersprüche zwischen den Resultaten der spurenkundlichen Untersuchungen und den genannten Szenarien ergeben.

### Was machen wir nicht?

- Beurteilung der Art und Schwere von Verletzungen von Opfern (Institut für Rechtsmedizin)
- Rechtliche Beurteilungen zur Frage des Verschuldens von einzelnen Beteiligten.

---

## Technische Brandursachenermittlung

WD \*

Bei der technischen Brandursachenermittlung wird in Ergänzung zur Frage, ob ein Brand fahrlässig oder absichtlich verursacht wurde und von wem, versucht, technische Ursachen einer Brandentstehung mit in die Untersuchung einzubeziehen resp. fachkundig auszuschliessen.

Primäres Anliegen ist es dabei, durch die genaue Untersuchung der Brandursache und allenfalls der Brandentwicklung/-ausbreitung herauszufinden, weshalb es zum Brand kam und wie analoge Brände in der Zukunft (durch technische oder andere Massnahmen) verhindert werden können.

Entsprechende Beurteilungen sind auch ausserhalb einer strafrechtlichen Untersuchung z.B. für Versicherungen, Geräte- oder Fahrzeughersteller oder Verkehrsbetriebe möglich.

In der Regel empfiehlt sich eine vorgängige Kontaktaufnahme mit uns. Wir sind auch bereit, eine erste Sichtung von bereits vorhandenen Akten vorzunehmen, um unsere Möglichkeiten und die Kosten einer Untersuchung abzuschätzen.

### Was machen wir nicht?

- Beurteilung der Art, Entstehung und Schwere von Verletzungen von Brandopfern (Institut für Rechtsmedizin)
- Rechtliche Beurteilungen zur Frage des Verschuldens.

---

## Technische Unfallanalyse

AGU und WD \*

Sowohl der WD wie die AGU sind in der Lage, technische Unfallanalysen in ähnlicher Art durchzuführen. Die *Technische Unfallanalyse* als erster Schritt kann aufgrund z.B. von Beschädigungsbildern der Fahrzeuge, von Reparaturrechnungen, Spuren etc. ermitteln, wie die Fahrzeugbewegungen abgelaufen sind und wie gross die Fahrzeugbelastung war (z.B.

kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung (Delta-v), Beschleunigung, Drehungen). Zur Validierung der so berechneten Werte liegen inzwischen einige hundert spezielle Crashversuche vor. Nur der spezialisierte Ingenieur ist in der Lage, diese Analysen durchzuführen.

Nicht immer sind ausführliche und damit teure Gutachten notwendig; aufgrund der grossen und breit gefächerten Erfahrung unseres Teams können Kollisionsabläufe und Verletzungsmechanismen in einem allenfalls ersten Schritt auch nur im Sinne einer Triage bewertet werden. Oft empfiehlt sich eine vorherige Kontaktaufnahme mit uns; wir sind auch bereit, eine kursorische Sichtung der Akten vorzunehmen, um die Aussagemöglichkeiten und die Kosten abzuschätzen.

Manchmal reichen die vorhandenen Informationen für eine Aussage mit sinnvoller Genauigkeit nicht aus; eine derartige Schlussfolgerung hat jedoch – wenn sie von qualifizierten Gutachtern stammt – trotzdem einen nicht zu unterschätzenden Wert, kann so doch der Stellenwert von spekulativen Behauptungen relativiert werden.

### **Was können wir?**

- Geschwindigkeitsberechnungen
  - Berechnung der Kollisionsgeschwindigkeit (u.a. aus Fahrzeugschäden und Auslaufbewegungen)
  - Berechnung der Ausgangsgeschwindigkeit anhand von objektiven Reifenspuren (Bremsspuren, Schleuder- und Driftspuren)
- Analyse von Fahrverläufen (Anfahr-, Abbiege- und Überholmanöver)
  - Analyse der Bewegungsbahnen
  - Berechnung der Anfangs- und Endgeschwindigkeit
  - zeitliche und wegmässige Betrachtungen
- Analyse der Weg-Zeit-Abläufe
  - Bestimmung des Reaktionspunktes
  - Berechnung des Reaktions- und des Bremsweges vor der Kollision
  - Berechnung der Zeitintervalle und der zurückgelegten Wegstrecken
  - Plausibilitätsprüfungen der Aussagen
- Vermeidbarkeitsbetrachtungen
  - Beurteilung der räumlichen und der zeitlichen Vermeidbarkeit des Unfallgeschehens beim Vergleich zwischen der effektiv gefahrenen und der zulässigen Geschwindigkeit
  - Analyse des Reaktionsverhaltens unter Berücksichtigung der Sichtdistanzen
  - Analyse der Erkennbarkeit und der Sichtdistanzen

- Ermittlung der kollisionsbedingten Fahrzeugbelastungen
  - Berechnung der kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderung (Delta-v)
  - Berechnung der mittleren Kollisionsbeschleunigung
  - Richtung der Geschwindigkeitsänderung
  - Analyse der Bewegungsrichtung der Insassen relativ zum Fahrzeug
- Analyse der Fahrdynamik von Fahrzeugen
  - Berechnung der Ausgangsgeschwindigkeit aus Schleuder- und Driftspuren
  - Berechnung der Kurvengrenzgeschwindigkeit (Kurvenradius, Querbesehleunigung)
  - Analyse von Schleuder- und Driftbewegungen mittels Simulationsprogrammen *Carat*, *Analyzer* und *PC-Crash*
  - Analyse der Aufzeichnungen von Unfalldatenspeichern (UDS) mit *UDScience*
- Analyse von Unfällen mit Fussgängern und mit Zweiradfahrern
  - Berechnung der Kollisions- und der Ausgangsgeschwindigkeit
  - Eingrenzung des Kollisionspunktes (Schrakenverfahren)
  - Analyse der Unfallvermeidbarkeit (räumliche und zeitliche Vermeidung)
- Erstellung eines massstäblichen Unfallplans mittels Polizeifotos und Massangaben
  - Dreiecksvermessung
  - Digitale Fotoentzerrung mit Software *RolleiMetric*
- Spezialgutachten
  - Koordination von Nachfahrversuchen (im Dynamic Test Center DTC Vauffelin).

### **Was machen wir nicht im Rahmen einer technischen Unfallanalyse?**

- Beurteilung der Art und Schwere von Verletzungen von Unfallopfern (Institut für Rechtsmedizin)
- Rechtliche Beurteilung des Unfallablaufes (Beurteilung des Verschuldens und der H3-Quote)
- Schadenberechnungen (Audatex, Audavalue)

## **Biomechanische Beurteilungen**

**AGU**

Bei der biomechanischen Beurteilung wird versucht, zwischen den technischen Angaben bezüglich des Fahrzeuges und den ärztlichen Attesten über die Beschwerden und Befunde einen allfälligen Zusammenhang festzustellen. Dabei werden auch die medizinischen und biomechanischen Besonderheiten der betroffenen Person (Alter, Vorschäden, geometrische Verhältnisse, "Out-of-position"-Situationen etc.) mit einbezogen. Die Beurteilung erfordert eine interdisziplinäre Zusammenarbeit von spezialisierten Fachleuten in Medizin und Ingenieurwesen. Entsprechende Beurteilungen sind auch ausserhalb des Unfallgeschehens im Strassenverkehr möglich, z.B. bei Sport- und Haushaltsunfällen oder tätlichen Auseinandersetzungen.

### Welche Fragen können wir (allenfalls) beantworten?

- Können die beschriebenen Beschwerden und medizinischen Befunde allein durch die mechanischen Einwirkungen des Ereignisses erklärt werden?
- Bei Mehrfachkollisionen: In welcher Phase entstanden die entscheidenden Verletzungen?
- Welche Rolle spielte ein medizinischer Vorzustand (degenerative Veränderungen, früherer Unfall)?
- Von welcher Seite her geriet der Fussgänger / Fahrradfahrer in die Fahrbahn des Fahrzeuges?
- Wurde die verletzte Person von einem Fahrzeug überrollt / überfahren?
- Wurden Sicherheitsgurt / Helm getragen?
- Wenn nein: Hätte das Tragen zu einer Änderung der Verletzungsschwere geführt?
- Bestehen Hinweise auf ein suizidales Geschehen?
- Wer hat das Fahrzeug gelenkt?

### Welche Fragen können wir nicht beantworten?

- Sind die *heutigen* Beschwerden noch auf den Unfall vor einem Jahr zurück zuführen?
- Sind die psychischen Beschwerden unfallbedingt?
- Wie ist die Arbeitsfähigkeit einzuschätzen?
- Kausalität „nur möglich, wahrscheinlich, überwiegend wahrscheinlich, sicher“?<sup>1</sup>

## Technisch-biomechanische Spezialgutachten

AGU

Eine vertiefte technische und/oder biomechanische Analyse kann auch bei vielen ausserhalb des Strassenverkehrs aufgetretenen Unfällen weiterhelfen. In diesen Fällen können wir z.B. die mechanischen Einwirkungen, welche zu Verletzungen geführt haben, mit Hilfe theoretischer Überlegungen, computergestützter Simulationen, oder auch wissenschaftlicher Experimente näher beschreiben. Die Fragestellungen bei diesen Spezialgutachten sind weniger standardisiert wie z.B. bei Kollisionen im Strassenverkehr.

---

<sup>1</sup> Solche letztlich pseudo-quantitativen Fragen und Aussagen sind zwar bisher in medizinischen Gutachten üblich, sie lassen sich nach wissenschaftlichen Kriterien aber meist kaum belegen, und es resultiert daraus lediglich eine Scheingenauigkeit. Ärztliche Aussagen über den Wahrscheinlichkeitsgrad der Kausalität sind meistens nur subjektive Abschätzungen, die vor allem auf dem zeitlichen Zusammenhang des Auftretens der Beschwerden mit dem "Ereignis" (?) beruhen, aber nicht auf dessen fachgerechter technischer und biomechanischer Interpretation aller Fakten.

Oft müssen die Fragestellungen und die mögliche Genauigkeit der Schlussfolgerungen zunächst mit den Auftraggebern erarbeitet werden. Beispiele für solche technisch-biomechanischen Spezialgutachten sind:

- Experimentelle Untersuchung, ob ein Ellbogen oder der Ball zu einer Augenverletzung beim Fussballspiel geführt hat
- Bestimmung der Kollisionsgeschwindigkeit und –Richtung, sowie Vermeidbarkeitsbetrachtungen bei einer Skifahrer-Skifahrer-Kollision, aufgrund detaillierter örtlicher Unterlagen
- Bestimmung der wirkenden Kräfte und der Verletzungsmechanismen z.B.
  - beim brusken Fahrmanöver eines Motorbootes,
  - beim Anprall eines Balles an den Kopf
  - bei Stürzen verschiedenster Art (Treppe, vom Pferd, ins Wasser, etc.).

## **Rechtsmedizinisch-biomechanische Beurteilungen (Aktengutachten) AGU**

---

Sowohl bei überlebenden wie verstorbenen Unfallopfern können aufgrund der Verletzungen Rückschlüsse auf den Unfallmechanismus gezogen werden. Falls eine rechtsmedizinische Autopsie erfolgt ist, können die Fragen durch die Institute für Rechtsmedizin oft auch ohne technische Unterstützung beantwortet werden. Manchmal ergeben sich die Fragen aber erst später. Bei folgenden Fragen sind zusätzliche Erkenntnisse nur mittels Ingenieurkenntnissen möglich:

- Tod *vor* oder *wegen* der Kollision („Unfallheftigkeit“ im Vergleich zu Todesursache)
- Suizidverdacht (Kollisionsablauf, -heftigkeit, Verletzungsmuster)
- Wer war Lenker (Kollisionsablauf, Bewegungsrichtungen, Verletzungsmuster)
- In welcher Phase entstanden die tödlichen Verletzungen bei Mehrfachkollisionen
- Wurden Sicherheitsgurten bzw. Schutzhelme getragen bzw. hat ein Nichttragen derselben zu einer Erschwerung der Verletzungen geführt (Kollisionsablauf, Bewegungsrichtungen, Verletzungsmuster)
- Gehrichtung, Stellung und Gehgeschwindigkeit des Fussgängers, Kollisionsgeschwindigkeit (Fahrzeugschaden, Unfallanalyse, Verletzungsmuster)
- Welches von mehreren Fahrzeugen verursachte die tödlichen Verletzungen (Fahrzeugschaden, Verletzungsmuster).

Da wir keine Autopsien durchführen, benötigen wir neben den bereits genannten polizeilichen und technischen Unterlagen die Verletzungsbeschreibungen (Rechtsmedizin, Pathologie, Arzt, Klinik). Die langjährige gute Zusammenarbeit mit dem Institut für Rechtsmedizin Zürich ([www.irm.uzh.ch](http://www.irm.uzh.ch)) eröffnet oft vertiefte Lösungsmöglichkeiten.