

Kriminalistik

Unabhängige Zeitschrift für die kriminalistische Wissenschaft und Praxis

2/2021

75. Jahrgang

- Cyberkriminalistik
- Tathergangsanalyse
- Islamistischer Terrorismus
- Dreidimensionale Bildgebung



Kriminalistik
www.kriminalistik.de



286202112102

Das 3D-Zentrum Zürich

Eine international einzigartige Zusammenarbeit zwischen Forensik und Rechtsmedizin

Von Till Sieberth, Lars Ebert, Martin Wermuth, Jörg Arnold und Erika Dobler

Um Ereignisorte, Tatwerkzeuge, Fahrzeuge und lebende sowie verstorbene Personen dreidimensional zu dokumentieren und zu vermessen, wird vom Institut für Rechtsmedizin der Universität Zürich (IRM-UZH) sowie vom Forensischen Institut Zürich (FOR) eine grosse Bandbreite an verschiedenen bildgebenden Verfahren eingesetzt. Die ohnehin schon enge Zusammenarbeit wurde durch die Gründung des 3D-Zentrums Zürich (3DZZ) 2012 weiter vertieft und ausgebaut. Experten von IRM-UZH und FOR arbeiten seither zusammen an 3D-Rekonstruktionen und Visualisierungen, um Justiz und polizeiliche Ermittlungen bei der Klärung von Sachverhalten, Straftaten sowie Unfällen zu unterstützen. Ausserdem betreibt das 3DZZ aktiv Forschung im Bereich der dreidimensionalen Bildgebung und der virtuellen Realität (VR). Im nachfolgenden Artikel werden die verschiedenen Tätigkeitsbereiche mit Beispielen erläutert und ein Ausblick in die Zukunft der forensischen Bildgebung anhand von aktuellen Forschungsthemen geworfen.

Ursprung des 3D-Zentrum Zürichs

Das 3D-Zentrum Zürich (3DZZ) ist eine Expertengruppe bestehend aus Mitarbeitenden des Instituts für Rechtsmedizin der Universität Zürich (IRM-UZH), des Forensischen Instituts Zürich (FOR), des unfalltechnischen Dienstes der Stadtpolizei Zürich (UTD) und des Unfallfotodienstes der Kantonspolizei Zürich (UFD). Der Gründung 2012 ging eine langjährige Zusammenarbeit zwischen dem Wissenschaftlichen Dienst der Stadtpolizei Zürich und dem Institut für Rechtsmedizin der Universität Bern voraus.

Prof. Richard Dirnhofer trat seine Stelle als Leiter der Rechtsmedizin Bern 1991 mit dem Ziel an, neue Verfahren für eine vollumfängliche objektive Beweissicherung in der Rechtsmedizin zu implementieren und bestehende Methoden nachhaltig zu verbessern.

Dies führte zum ersten Kontakt zwischen der Rechtsmedizin in Bern und dem Experten des Wissenschaftlichen Dienstes der Stadtpolizei Zürich, Walter Brüscheiler und seinem Mitarbeiter Marcel Braun vom Unfalltechnischen Dienst der Stadtpolizei Zürich (UTD). Zusammen wurde 1997 die erste gemeinsame wissenschaftliche Publikation zur

forensischen 3D-Vermessung veröffentlicht¹.

Im Jahr 2002 wurden nach einem schweren Verkehrsunfall mit drei beteiligten Fahrzeugen und zwei Todesopfern erstmals alle Fahrzeuge komplett gescannt, um die Kollisionskonfigurationen im Detail rekonstruieren zu können (Abbildung 1).

2007 wurde in einem Aufsehen erregenden Revisionsprozess² um eine Kindstötung das Gebiss eines exhumierten Verdächtigen der in Formalin konservierten Bissverletzung an der Brust des Opfers mittels 3D-Vermessung zugeordnet. Der fälschlicherweise Beschuldigte wurde entlastet und in diesem Fall freigesprochen.

In den folgenden Jahren wurde mit der Entwicklung der Virtopsy (Virtuelle Autopsie) am Gerichtsmedizinischen Institut (GMI) durch Michael Thali die Zusammenarbeit weiter intensiviert. 2010 erfolgte der Zusammenschluss des Wissenschaftlichen Dienstes der Stadtpolizei Zürich und der Kriminaltechnischen Abteilung der Kantonspolizei Zürich zum Forensischen Institut Zürich (FOR), das unter der Trägerschaft der beiden Stammkorps umfassende Dienstleistungen in der polizeiwissenschaftlichen Forensik anbietet. Mit dem Wechsel der Virtopsy Gruppe an das Institut für Rechtsmedizin der Universität Zürich 2011 wurden die ersten Schritte zu einer engen Zusammenarbeit zwischen Rechtsmedizin und Forensik in Zürich geschaffen. 2012 erfolgte eine gemeinsame Konzeptentwicklung für das 3D-Zentrum Zürich (3DZZ), die 2014 durch die Führung des IRM-UZH und die Stammkorps des FOR in einer Zusammenarbeitsvereinbarung festgelegt wurde. Diese sah die gemeinsame Erfassung und Auswertung von 3D-Daten von Ereignisorten, Objekten und beteiligten Personen sowie medizinischen Bildgebungsdaten vor. Das 3DZZ als Ausdruck der erfolgreichen und konstruktiven Kooperation zwischen dem

Till Sieberth, PhD, Stellvertretender Leiter 3DZZ, Institut für Rechtsmedizin, Universität Zürich

PD Dr. Lars Ebert, Co-Leiter 3DZZ, Institut für Rechtsmedizin, Universität Zürich

Martin Wermuth, Co-Leiter 3DZZ, Teamchef Bildforensik, Forensisches Institut Zürich

Jörg Arnold, Stellvertretender Chef FOR, Forensisches Institut Zürich

Erika Dobler, Expertin Bildforensik, Forensisches Institut Zürich

IRM-UZH und dem FOR stellt eine einzigartige Institution für forensische Untersuchungen im Raum Zürich dar. Diese Verknüpfung der beiden wichtigsten forensischen Institute im Bereich 3D konnte mittlerweile auf thematisch angrenzende Bereiche (Phonetik, Anthropologie) ausgeweitet werden. Grundlegend für den Erfolg des 3DZZ ist dabei die enge konstruktive interdisziplinäre Zusammenarbeit und die gleichzeitige Verzahnung von Forschung, Entwicklung und Dienstleistung.

Für diese enge interdisziplinäre Zusammenarbeit konnten schliesslich auch eigene gemeinsame Räumlichkeiten gefunden werden, womit für die Mitarbeitenden der Partnerorganisationen die Voraussetzung geschaffen wurde, Tür an Tür zusammenzuarbeiten. Die Erstellung von Gutachten wird in der Vereinbarung als gemeinschaftliche Aufgabe festgelegt, wobei die Auftragserteilung entweder über das IRM-UZH oder das FOR erfolgt³.

Auftragserteilung

Aufträge an das 3DZZ können nur durch Staatsanwaltschaften, Gerichte oder öffentliche Institutionen erteilt werden. Aufgrund von möglichen Interessenkonflikten sind private Auftraggeber prinzipiell ausgeschlossen. Im Strafverfahren müssen die forensischen Fragestellungen allen Parteien bekannt gemacht und können durch alle Parteien ergänzt werden⁴.

Die Besonderheit bei der Bearbeitung von Fällen lag bislang darin, dass der Austausch von Falldaten und Expertisen zwischen den verschiedenen Institutionen üblicherweise zuerst durch die Staatsanwaltschaft oder die Gerichte genehmigt werden musste. Um die Zusammenarbeit zu erleichtern, erstellte die Oberstaatsanwaltschaft des Kantons Zürich zunächst eine Generalgenehmigung, die fortan den Austausch von relevanten Falldaten zwi-

schen den beiden Institutionen, IRM-UZH und FOR, erlaubte. Diese Daten werden dabei in der Regel nicht nur durch den 3DZZ-Spezialisten alleine, sondern immer auch mit den jeweiligen Sachverständigen des IRM-UZH bzw. des FOR oder anderer externer Organisationen verwendet. Das 3DZZ ist dabei primär für die Datenverarbeitung zuständig, während die jeweiligen ernannten Sachverständigen und Gutachter die Interpretation der Spuren vornehmen und die Befundbewertung respektive die Fragenbeantwortung in Form von schriftlichen Gutachten festhalten.

Das ursprüngliche Konzept des 3DZZ, das direkt den beiden Leitern des IRM-UZH und des FOR unterstellt war und regelmässige Treffen zwischen allen Mitarbeitenden und Vorgesetzten erforderte, wurde 2020 aktualisiert. Um die stetig steigende Anzahl von Mitarbeitenden weiterhin effizient operativ führen zu können, wurde für das 3DZZ eine gemeinsame Co-Leitung ernannt.

Seit Anfang 2021 umfasst das 3DZZ nunmehr 12 Mitarbeitende mit 9,4 Vollzeitstellen. Es handelt sich dabei um Spezialistinnen und Spezialisten aus Vermessung, Forensik, Polizei, Informatik, Physik, Anthropologie und Rechtsmedizin. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit ist dabei essentiell, nicht nur um die Qualität der Auswertung und der Gutachten zu gewährleisten, sondern auch, um Forschung und Entwicklung im Bereich der verwendeten Methoden voranzutreiben. Die Anbindung an universitäre Strukturen der Universität Zürich (UZH) stellt dabei einen weiteren grossen Vorteil für die wissenschaftliche Tätigkeit und Methodenentwicklung in Kombination mit der Arbeit an realen Fällen dar.

Dienstleistungen

Bei der Fallarbeit gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten der Unterstützung durch

das 3DZZ. Die Dienstleistungen sind dabei vergleichbar mit anderen forensischen Arbeiten. Es gibt sowohl Untersuchungen und Datenerhebungen an Ereignisorten, als auch reine Datenauswertung im Büro/Labor. Dem 3DZZ steht hierfür eine grosse Auswahl an 3D-Messverfahren zur Verfügung. Diese umfassen neben verschiedenen 3D-Scannern und Digitalkameras unter anderem Geräte für die medizinische Bildgebung. Des Weiteren existieren ausreichend grosse Serverstrukturen und High-End Workstations, die eine Speicherung und Verarbeitung von grossen 3D-Datensätzen erlauben.

Dokumentation

Die Dokumentation wird nicht ausschliesslich durch die Mitarbeitenden des 3DZZ durchgeführt. Abhängig vom Ereignisort und der Ereignisart, dem/der zu scannenden Objekt/Person bzw. der zu erwartenden Fragestellung der Justiz kann die Datenerhebung auch durch die lokalen Kriminal- und Unfalltechnischen Dienste erfolgen. Das 3DZZ kann aber immer angeboten werden; sei es für die gesamte Dokumentation des Ereignisses oder nur für die Untersuchung eines Teilbereiches.

Ereignisorte

Ereignisorte innerhalb des Kanton Zürich sowie des Zentralschweizer Polizeikonkordats werden in der Regel durch das FOR in 3D dokumentiert. Dies kann sich von einem Zimmer über ganze Wohnungen bis auf ausgedehnte Aussenbereiche erstrecken. Dafür verfügt jede Pikettgruppe des FOR über einen Mitarbeitenden, der darin geschult ist, Laserscantechnik und Fotogrammetrie einzusetzen. Erstere Technik wird vor allem für die Dokumentation der Örtlichkeit eingesetzt, während die Fotogrammetrie für die hochdetaillierte Dokumentation der Endlage eines

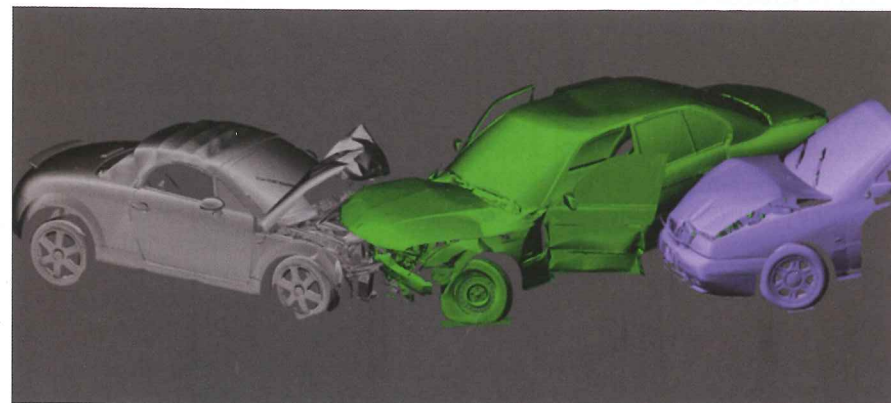


Abbildung 1: Einsatz des 3D-Laserscanners, um die Deformationen an drei Fahrzeugen zu dokumentieren.

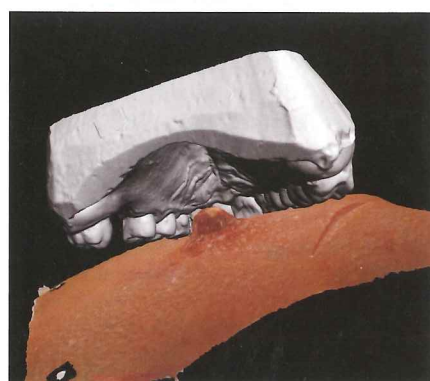


Abbildung 2: 3D-Rekonstruktion einer Bissverletzung mit dem gescannten Gebiss des Tatverdächtigen.



Abbildung 3: Einsatz eines 3D-Laserscanners vor Ort durch das FOR.

Verstorbenen bzw. dessen Oberflächenverletzungen verwendet wird. Die beiden Techniken können für sich alleine oder aber auch ergänzend eingesetzt werden.

Das Erfassen der 3D-Daten erfolgt in der Regel beim spurentechnischen Erstangriff⁵ in Absprache mit der verantwortlichen Staatsanwaltschaft sowie mit der Spurensicherung und der Rechtsmedizin vor Ort (Abbildung 3).

Unfallorte werden durch die verantwortlichen Unfalltechnischen Dienste der Stadt- bzw. Kantonspolizei Zürich vermessen. Diese haben entsprechend ausgebildetes Fachpersonal, welches neben Laserscanner und Nahbereichs-Fotogrammetrie mit Fotokameras auch Luftbild-Fotogrammetrie mit Drohnen oder airborne Laserscanning von einem Helikopter aus durchführen kann.

Während UTD, UFD und FOR in der Regel unmittelbar nach einem Ereignis Scans vornehmen, kann es vorkommen, dass durch Überwachungskameras festgehaltene Ereignisse wie Einbrüche oder tätliche Auseinandersetzungen ausgewertet werden müssen. In solchen Fällen werden die Ereignisorte nach der Sicherstellung des Videomaterials durch Mitarbeitende des 3DZZ nachträglich dokumentiert.

Über das Bundesamt für Landestopografie swisstopo besteht eine weitere Möglichkeit, 3D-Daten von Ereignisorten zu beziehen. Diese Daten ergänzen die in einem konkreten Fall vor Ort erhobenen Daten für grossräumige Ereignisse wie zum Beispiel Flugunfälle. Sie sind oft von enormen Wert, da sie Kartenmaterial sowie die Gelände-

Luft- und Satellitenbilddaten enthalten und eine umfassende Datenbearbeitung in einem grossräumigen Kontext erlauben.

Objekte

Neben der Örtlichkeit können auch Objekte dreidimensional dokumentiert werden. Es kann sich dabei um relativ kleine Objekte wie Tabletten, Knoten oder Waffen aber auch um grossen Objekten wie Fahrzeuge oder gar Flugzeuge handeln. Oft werden Objekte erst einige Zeit nach dem eigentlichen Ereignis vollumfänglich dokumentiert. Das ist damit begründet, dass eine umfangreiche 3D-Dokumentation vor Ort die Freigabe eines Ereignisortes unnötig verzögern kann. Deswegen erfolgt z. B. bei Verkehrsunfällen vor Ort eine 3D-Dokumentation des Fahrzeugs in seiner Endposition, aber dessen hochauflösende 3D-Dokumentation erst im Nachgang in einer geschützten Umgebung, ohne Zeitdruck und unter optimalen Bedingungen.

In vielen Fällen können Objekte auch durch die jeweiligen zuständigen Spezialdienste dreidimensional erfasst werden. Bei speziellen Objekten mit besonderen Anforderungen, wie die Dokumentation von glänzenden oder reflektierenden Oberflächen, oder bei Objekten mit hoher Genauigkeitsanforderung erfolgt die 3D-Dokumentation durch das 3DZZ, da die Laserscan- und Fotogrammetriedaten durch besondere Verfahren wie Streifenlicht- und Pattern-Light-Scans ergänzt werden.

Personen

Neben Örtlichkeiten und Objekten werden auch Personen dreidimensional ver-

messen. In der Schweiz können sowohl lebende als auch verstorbene Personen mit verschiedenen Verfahren 3D vermessen werden⁶. Dies findet oft im Zusammenhang mit einer rechtsmedizinischen Untersuchung statt⁷.

Die Rechtsmedizin wird dabei im Kanton Zürich durch das FOR und in anderen Kantonen durch die kriminaltechnischen Dienste unterstützt. Zum Einsatz kommt dabei die Nahbereichs-Fotogrammetrie, mit der Hilfe geformte Verletzungen direkt dreidimensional dokumentiert werden. Dieses Verfahren ist nicht ortsgebunden und kann auf einem Polizeiposten oder im Krankenhaus erfolgen. Wenn möglich, finden die klinisch-rechtsmedizinischen Untersuchungen bei lebenden Personen jedoch direkt im FOR statt. Dort kann mittels eines Multi-Kamera-Systems (3D-Fotobox), das aus 70 einzelnen Kameras besteht, der komplette Körper der zu untersuchenden Person mit einer simultanen Kameraauslösung 3D-dokumentiert werden⁸ (Abbildung 4).

Des Weiteren können für die rechtsmedizinische Begutachtung Krankenhausunterlagen angefordert werden, die computertomographische (CT) und magnetresonanztomographische (MRT) Bildgebung beinhalten kann. Diese Daten stehen ebenfalls dem 3DZZ für die forensische Rekonstruktion zur Verfügung.

Bei Verstorbenen, die am IRM-UZH im Auftrag der Staatsanwaltschaft untersucht werden⁹, wird grundsätzlich immer ein Ganzkörper CT-Scan durchgeführt und somit eine umfangreiche 3D-Dokumentation vor allem der inneren Körperbefunde in jedem Fall gewährleistet. Falls erforderlich, können diese CT-Scans durch MRT-Scans oder 3D-Oberflächenscans ergänzt werden. Der Oberflächenscan wird automatisiert durch das am IRM-UZH entwickelte Robotersystem „Virtobot“ durchgeführt und ist standardisiert^{10, 11} (Abbildung 5).

Die Dokumentation wird in der Regel unmittelbar nach dem Ereignis durchgeführt, um Befundveränderungen durch Heilungsprozesse bei Lebenden oder postmortale Veränderungen bei Verstorbenen zu minimieren.

Rekonstruktion

Die Daten, die bei der Dokumentation und Digitalisierung von Örtlichkeiten, Objekten und Personen erhoben wurden, fliessen im 3DZZ zusammen. Auf Antrag der Staatsanwaltschaft, des Gerichts oder der zuständigen Gutachterin bzw.

Gutachters können 3D-Rekonstruktionen durchgeführt und Fragen zum Ereignis-hergang oder zu biometrischen Daten der Täterschaft (Täterhöhe, Körperproportionen) beantwortet werden.

Täterhöhenberechnung

Die Täterhöhenberechnung ist eine Methode, bei der Standbilder aus Überwachungskameras mit 3D-Scandaten kombiniert werden, um die Körperhöhe und Proportionen der aufgezeichneten Täterschaft zu ermitteln¹². Diese Information kann an die Fahndung bzw. Ermittlung weitergegeben werden. Bei einem konkreten Verdacht wird die verdächtige Person in der 3D-Fotobox erfasst und mit der auf dem Video abgebildeten Täterschaft verglichen. Anhand dieses Vergleichs kann der Verdacht unterstützt oder bei zu grossen Abweichungen die Person als Täterschaft ausgeschlossen werden (Abbildung 6).

Bei dieser Methode sind verschiedene toleranzbehaftete Faktoren zu beachten. Diese sind durch die Qualität des Videomaterials, den Aufnahmewinkel sowie Schuhe und allfällige Kopfbedeckung oder Maskierung bedingt.

Zur Qualitätssicherung wird der Abgleich immer doppelt „geblindet“ durchgeführt. Das heisst die Berechnung erfolgt in allen Fällen jeweils durch zwei 3D-Spezialisten unabhängig voneinander (4-Augen-Prinzip).

Für eine Rekonstruktion von Körperhöhen anhand von Bildaufzeichnungen ist grundsätzlich von einer Messabweichung zwischen dem tatsächlichen Körperhöhenwert einer Person und dem rekonstruierten Körperhöhenwert auszugehen. Es gilt dabei zu beachten, dass die Täterhöhenberechnung keine Methode für die Personenidentifizierung ist, sondern nur vergleichend eingesetzt wird.

Ereignisrekonstruktion

Die 3D-Scans eines Ereignisortes, von involvierten Personen und Objekten bilden die Grundlage einer Ereignisrekonstruktion und werden durch sichergestellte Spuren und evtl. Zeugenaussagen ergänzt. Damit können zum Beispiel Kollisionskonfigurationen, Ereignisabläufe oder Sichtverhältnisse rekonstruiert und die im Gutachten schriftlich beschriebene Interpretation von Spuren visualisiert werden¹³.

Bei Rekonstruktionen gilt es zu beachten, dass Unsicherheiten, die zum Beispiel aus Zeugenaussagen resultieren, gut gekennzeichnet und verständlich vi-



Abbildung 4: Das Multikamerasystem (3D-Fotobox)⁸ zur 3D-Dokumentation von Personen.

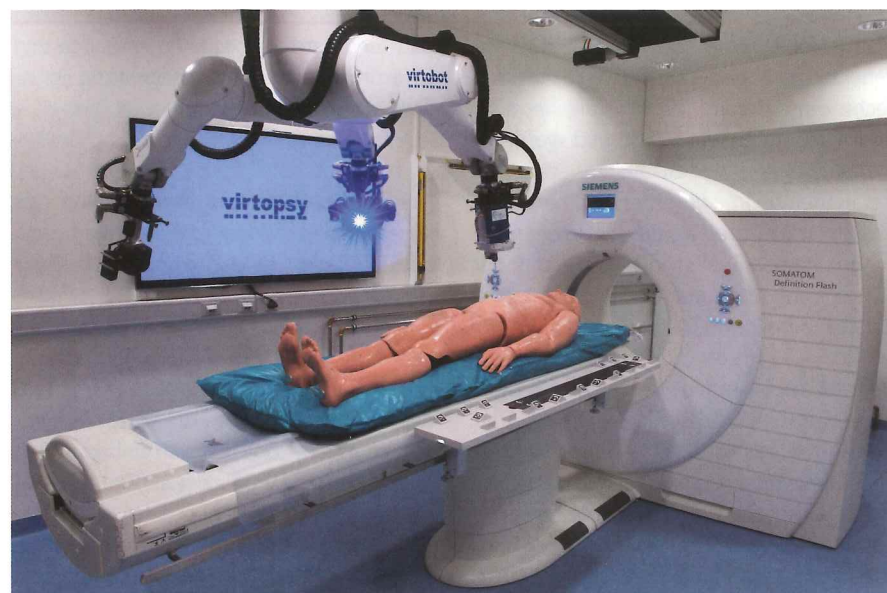


Abbildung 5: Das Virtobotsystem am IRM-UZH. Der Virtobot mit verschiedenen Modulen automatisiert unter anderem Oberflächenscans von Verstorbenen. Die Integration mit einem Computertomographen erlaubt es, gleichzeitig mit der Oberfläche auch das Innere des Körpers hochauflösend zu dokumentieren.

sualisiert werden, um nicht den Anschein „der einen Wahrheit“ zu erzeugen. Diese Unsicherheiten können z. B. durch Pufferzonen um Objekte herum visualisiert werden, oder durch Variationen in der Rekonstruktion, die sich durch die verschiedenen Spuren oder Spureninterpretationen ergeben können. 3D-Rekonstruktionen ermöglichen es, verschiedene Hypothesen aus dem schriftlichen Gutachten zu visualisieren und auf Plausibilität zu überprüfen. Sie bilden eine Basis für alle Parteien, die als gemeinsame Ausgangslage genutzt werden kann. Damit können Missverständnisse in der ge-

richtlichen Diskussion minimiert werden (Abbildung 7).

Flugunfälle

Flugunfälle führen oft zu komplexen Fragestellungen im dreidimensionalen Raum. Die Basisdaten für die 3D-Rekonstruktion (Abbildung 8) stammen dabei aus verschiedenen Datenquellen wie 3D-Scans, Radarplots, Foto- oder Videoaufnahmen von innen und aussen sowie Blackbox-Aufzeichnungen.

Solche Aufträge gehen meistens mit einer aufwändigen Datenerfassung und 3D-Rekonstruktion einher und werden oft

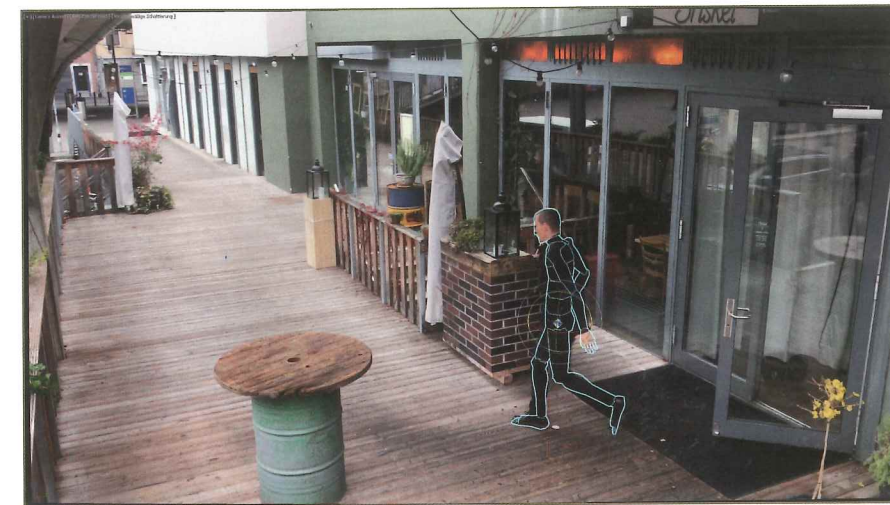


Abbildung 6: Beispiel einer Täterhöhenbestimmung auf einer Überwachungskameraaufnahme (nachgestellt)¹⁶. Beispiel einer gefilmten Person, rekonstruiert in 3D. Die blaue Kontur zeigt auf das Bild überlagert ein angepasstes 3D-Personenmodell.

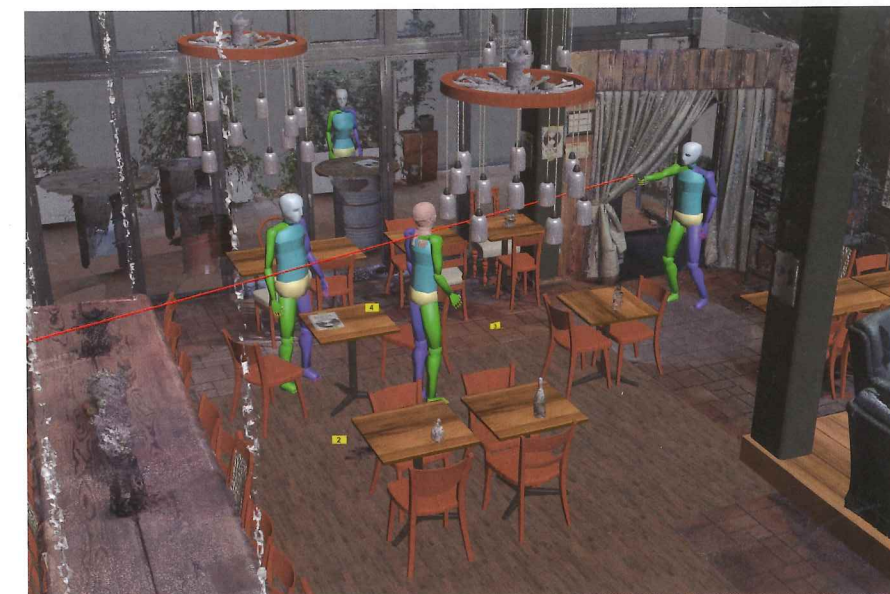


Abbildung 7: Beispiel einer Tathergangrekonstruktion (nachgestellt)¹⁶. Die Kombination aus Laserscans des Tatortes, Oberflächen- und CT-Scans des Verstorbenen sowie klassischen forensischen Dokumentationsmethoden erlaubt es z. B., Zeugenaussagen auf ihre Plausibilität zu überprüfen.



Abbildung 8: 3D-Rekonstruktion der letzten Flugphase beim Absturz eines Privatflugzeuges in eine Baumgruppe.

zusammen mit externen Fachgutachtern erarbeitet.

Visualisierung

Während die rein objektive Dokumentation die Grundlage für die Rekonstruktion bildet, ist es ebenso wichtig, die anschließende Visualisierung dieser Rekonstruktionen für die Auftraggeber vorzunehmen. Die Visualisierung ist das eigentliche Produkt, das durch das 3DZZ bereitgestellt wird. Die Visualisierung erfolgt in der Regel in 2D als Bild oder in 3D als 3D-Druck oder als Darstellung in der virtuellen Realität (VR).

2D-Visualisierung

2D-Visualisierungen erfolgen in der Regel als Bilder oder Bildserien in Gutachten. Dafür stellt das 3DZZ zur besseren Anschaulichkeit für jede Situation mehrere Bilder aus verschiedenen Perspektiven bereit. Durch die Vielzahl an Perspektiven wird ausserdem ein möglichst objektives Verständnis der Szene ermöglicht. Dazu kommen in der Regel Übersichtsbilder, welche die gesamte Szene zeigen und durch Detailbilder komplementiert werden. Nachteilig kann sich bei einer 2D-Visualisierung der Wegfall der Tiefendimension auswirken, die ein korrektes Einschätzen der tatsächlichen Dimensionen und Zusammenhänge durch die betrachtende Person erschwert.

Virtual Reality (VR)

Um den Wegfall des Tiefeneindrucks bei 2D-Visualisierungen zu kompensieren, bietet das 3DZZ seit 2013 die Möglichkeit, Szenen im virtuellen Raum mittels VR-Brille zu visualisieren. Distanzen und geometrische Zusammenhänge können dabei wie bei einer echten Tatortbegehung visuell dreidimensional wahrgenommen werden.

Die erste Anwendung von VR am 3DZZ war die Visualisierung von 3D-Rekonstruktionen, die es Ermittlern ermöglichten, virtuell an Ereignisorte zurückzukehren und die rekonstruierte Situation in 3D zu beurteilen. Schnell wurde erkannt, dass diese Technik nicht nur geeignet ist, um Rekonstruktionen zu visualisieren, sondern auch um Zeugen und Beschuldigte virtuell an den Tatort zurückzuführen. Klassisch wird die Tatrekonstruktion am Tatort durchgeführt¹⁴. Sie erfordert jedoch erheblichen organisatorischen Aufwand mit Statisten, Fotografen; gegebenenfalls sogar wird erhebliche Polizeiunterstützung benötigt. Mittels VR können derar-

tige Tatortbegehungen nun direkt in den Räumlichkeiten eines Polizeipostens, dem Büro des Ermittlers, bei der Staatsanwaltschaft oder im Gerichtssaal durchgeführt werden, was zu einer wesentlich besseren Planbarkeit und niedrigeren Kosten führt^{15, 16}. Das Sichtfeld der Protagonisten, die gemachten Aussagen und die Bewegungen werden während der virtuellen Begehung aufgezeichnet und können den Parteien zur Verfügung gestellt werden (Abbildung 9).

Dies findet z. B. statt, wenn der Originalereignisort nicht mehr verfügbar, stark verändert oder schlecht zugänglich ist oder es Sicherheitsbedenken gibt. Das System ist mobil und kann innerhalb kurzer Zeit an jedem geeigneten Ort aufgebaut werden.

Forschung

Dass die oben vorgestellten Methoden verfügbar sind und bereits jetzt regelmässig im forensischen Alltag eingesetzt werden, ist vor allem durch die enge Zusammenarbeit zwischen Anwendung, Forschung und Entwicklung möglich. Probleme der Dienstleistung können durch neue Entwicklungen behoben und umgekehrt können Forschungsergebnisse direkt in der Dienstleistung angewendet werden. Neue technische Entwicklungen kommen so schnell zur Anwendung und bestehende Methoden werden kontinuierlich verbessert und verfeinert. Forschungsprojekte am 3DZZ lassen sich in zwei Hauptklassen einteilen: Dokumentation und Analytik.

Bei der Dokumentation ist die Qualität dreidimensionaler Rekonstruktionen zu grossen Teilen abhängig von den Rohdaten. Am 3DZZ wurden daher zahlreiche neue Verfahren für den Einsatz in der Forensik adaptiert. Dazu gehören z. B. die robotergestützte hochauflösende Oberflächendokumentation von Verstorbenen, die Dokumentation von lebenden Personen mit Hilfe des Multikamerasystems „3D-Fotobox“ oder des sich in der Entwicklung befindlichen 3D-ED-Bogens (ED=Erkennungsdienst)¹⁷.

Der 3D-ED-Bogen besteht aus einem in einem Halbrund angeordneten Multikamerasystem mit 26 Kameras, die gleichzeitig ausgelöst werden und das Gesicht eines Arrestanten mittels Fotogrammetrie 3D erfassen. Die Daten können einerseits für die Identifizierung von Personen im Bildvergleich (z. B. Radarbild, Personen aus Videoüberwachungssystemen) herangezogen und andererseits für das Trainieren eines Systems für die automa-



Abbildung 9: Mit Hilfe von Virtual Reality Headsets ist es möglich, Ereignisrekonstruktionen in 3D zu begehen¹⁶.

tische Gesichtserkennung (Projekt AFIS) verwendet werden. Da es sich beim 3D-ED-Bogen um ein System handelt, das auf normalen Digitalkameras basiert, werden gleichzeitig mit der 3D-Aufnahme auch die klassischen, erkennungsdienstlichen Fotos erstellt.

Neue Bildanalyseverfahren werden ebenfalls für den Einsatz in der Forensik adaptiert. Auf medizinischer Seite wird an neuen Methoden zur Dokumentation des Körperinneren geforscht. Dazu gehören klassische, klinische, bildgebende Verfahren wie Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT), aber auch der mit höheren Auflösungen arbeitende Micro-Computertomograph.

Da die Datenmenge mit jeder Generation der bildgebenden Geräte weiter anwächst, wird eine Teilautomatisierung der Befundung zunehmend wichtiger. Ähnlich wie in der klinischen Radiologie, werden am 3DZZ Machine Learning Systeme aufgebaut, die befundenden Ärzte bei ihrer Arbeit unterstützen und wesentlich entlasten können¹⁸. Machine Learning Ansätze bieten aber auch weitere Anwendungen in der Forensik. Am 3D-ZZ arbeiten Forscher und Forscherinnen z. B. am Einsatz dieser Verfahren bei der Detektion von manipulierten Audioaufzeichnungen oder an der Erstellung einer Datenbank mit künstlich generierten Gesichtsfotos.

Bildgebende Verfahren bieten ausserdem weitere Möglichkeiten der computergestützten Analyse. Am 3DZZ wurde z. B. zusammen mit dem Departement für Mathematik und Informatik der Universität Basel ein Verfahren entwickelt, das es erlaubt, aus Knochenfragmenten

den vollständigen Originalknochen mit ausreichender Genauigkeit zu rekonstruieren, um diese Information z. B. für anthropologische Geschlechts- oder Körperhöhenabschätzungen zu verwenden. Ausserdem werden neue Visualisierungsverfahren für Computertomographiedaten im Rahmen der Forschung für den Einsatz am 3DZZ adaptiert und getestet¹⁹.

Fazit

Die enge interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen polizeiwissenschaftlicher Forensik, Rechtsmedizin und polizeilicher Unfalltechnik am 3DZZ ist im Bereich der forensischen 3D-Rekonstruktion weltweit einzigartig. Die Verknüpfung von Forschung, Dienstleistung und Lehre durch das Forensische Institut Zürich, das Institut für Rechtsmedizin der Universität Zürich sowie die Kantons- und Stadtpolizei Zürich erlaubt es, schnell auf technische und prozessuale Entwicklungen zu reagieren, diese zu evaluieren und in die Dienstleistung zu integrieren. Den Betreibern des 3DZZ ist es ein Anliegen, sich durch engen Austausch mit den auftraggebenden Stellen der Staatsanwaltschaften und Gerichte weiterzuentwickeln, um einen Mehrwert in der Untersuchung und Rekonstruktion von Kriminalfällen und Unfällen zu bieten – ganz im Sinne der 3 „D“: Daten erheben, Dokumentation, Delikt klären.

Dank

Die Autoren bedanken sich bei Herrn Thomas Ottiker (FOR), Prof. Michael Thali (IRM-UZH), Dr. Sabine Franckenberg (IRM-

UZH) sowie Dr. Akos Dobay (IRM-UZH) für die tatkräftige Unterstützung beim Erstellen dieses Artikels.

Kontakt

<https://3dzz.ch>
info@3dzz.ch

Anmerkungen

- 1 W. Brüsweiler et al., 1997, Photogrammetrische Auswertung von Haut- und Weichteilwunden sowie Knochenverletzungen zur Bestimmung des Tatwerkzeuges – grundlegende Aspekte, Rechtsmedizin 7, S. 76–83.
- 2 P. Hostenstein, 2002, Der Unfassbare. Das mörderische Leben des W. F. Oesch Verlag AG, Zürich, ISBN 3-0350-2001-9.
- 3 Siehe Art. 182 bis Art. StPO 185 (Schweizerische Strafprozessordnung, SR 312.0, www.admin.ch).
- 4 Siehe Art. 184 Abs. 3 StPO 3 Die Verfahrensleitung gibt den Parteien vorgängig Gelegenheit, sich zur sachverständigen Person und zu den Fragen zu äussern und dazu eigene Anträge zu stellen. [...].
- 5 Siehe Art. 306 StPO Aufgaben der Polizei.
 - 1 Die Polizei stellt im Ermittlungsverfahren [...] den für eine Straftat relevanten Sachverhalt fest.
 - 2 Sie hat namentlich:
 - a. Spuren und Beweise sicherzustellen und auszuwerten; [...].
- 6 Art. 260 Abs. 1 StPO Erkennungsdienstliche Erfassung
 - 1 Bei der erkennungsdienstlichen Erfassung werden die Körpermerkmale einer Person festgestellt [...].
- 7 Siehe Art. 251 und Art. 252 StPO: Untersuchung von Personen.
- 8 A. Leipner et al., 2016, Multi-camera system for 3D forensic documentation, Forensic Sci. Int., 261 (2016), pp. 123–128.
- 9 Siehe Untersuchungen an Leichen, Art. 253 StPO Aussergewöhnliche Todesfälle.
- 10 L. Ebert et al., 2014, Virtobot 2.0: The future of automated surface documentation and CT-guided needle placement in forensic medicine, Forensic Science, Medicine, and Pathology, 10(2).
- 11 L. Ebert et al., 2016, Forensic 3D surface documentation at the Institute of Forensic Medicine in Zurich – Workflow and communication pipeline, Journal of Forensic Radiology and Imaging, 5, pp. 1–7.

- 12 J. H. Chandler, 1993, Height estimation using video security imagery, The Photogrammetric Record, 14 (81), pp. 459–468
- 13 U. Bucket et al., 2013, "Accident or homicide – Virtual crime scene reconstruction using 3D methods", Forensic Science International, 225(1).
- 14 Siehe Art. 193 StPO Augenschein.
- 15 Siehe dazu Grundsätze der Beweiserhebung, Art. 139 Abs. 1 StPO.
 - 1 Die Strafbehörden setzen zur Wahrheitsfindung alle nach dem Stand von Wissenschaft und Erfahrung geeigneten Beweismittel ein, die rechtlich zulässig sind.

- 16 T. Sieberth et al., 2019, Applying virtual reality in forensics – A virtual scene walkthrough, Forensic Science, Medicine and Pathology, 295, pp. 30–35.
- 17 A. Leipner, 2019, 3D Mug Shot – 3D head models from photogrammetry for forensic identification, Forensic Science International, pp. 6–12.
- 18 A. Dobay et al., 2020, Potential use of deep learning techniques for postmortem imaging, Forensic Sci Med Pathol.
- 19 L. Ebert et al., 2017, AJR Am J Roentgenol. 208(2), „Forensic 3D Visualization of CT Data Using Cinematic Volume Rendering: A Preliminary Study“, pp. 233-40.



Stadt Zürich
Stadtpolizei



Universität
Zürich^{UZH}
Kriminologisches Institut

Dienstag, 23. März 2021

12. Zürcher Präventionsforum

Schwachstelle Mensch –
Prävention gegen alte und neue
Formen der Kriminalität

Leitung: Prof. Dr. Christian Schwarzenegger,
Hauptmann Rolf Nägeli

Ort: Technopark Zürich

Weitere Informationen und Anmeldung:
Europa Institut an der Universität Zürich, www.eiz.uzh.ch


EuropaInstitut
AN DER UNIVERSITÄT ZÜRICH