

München, Dez. 2021

Ausschreibung einer Studien-/ Bachelor-/ Masterarbeit mit dem Thema:

**„Entwicklung eines Vergleichsalgorithmus zur computerbasierten Identifizierung von
werkzeugverursachten Schürfspuren in der Kriminaltechnik“**

Ausschreibende bzw. themengebende Institution:

*Bayerisches Landeskriminalamt
Kriminaltechnisches Institut
Maillingerstr. 15, 80636 München*

Kurzfassung:

Eine an Tatorten mit täterseitigem Werkzeugeinsatz regelmäßig vorzufindende Spurenart ist die sog. Schürfspur. Hierbei entstehen je nach Oberflächenbeschaffenheit der verursachenden Werkzeugwirkfläche auf dem Spurenträger charakteristische Riefenstrukturen, die aufgrund ihrer Individualität im Rahmen einer kriminaltechnischen Gegenüberstellung zu einem Werkzeug unter bestimmten Voraussetzungen eindeutig zugeordnet werden können und damit einen wertvollen Sachbeweis liefern.

Die derzeit gängige Art eines solchen Vergleiches basiert auf einer lichtmikroskopischen Gegenüberstellung und Dokumentation von sich gleichenden bzw. unterscheidenden Strukturen.

Im Zuge der Fortentwicklung digitaler 3D-Erfassungsmethoden von Oberflächenstrukturen in mikroskopischen Größenordnungen wird nun angestrebt, einen solchen Vergleich durch mathematische Verrechnung von digitalisierten Oberflächenkoordinaten zu bewerkstelligen.

Im Gegensatz zu den derzeit gängigen Methoden lässt sich im Zuge eines solchen auf digitalen Oberflächendaten basierenden Verfahrens ein zahlenmäßig exakt zu bestimmender Grad an Übereinstimmung errechnen und im Weiteren ein automatisierter Abgleich von in Datenbanken einliegenden Spuren vornehmen.

In der zu erstellenden Arbeit sollen die mit einem konfokalen Sensor ermittelten Oberflächendaten von unter definierten Bedingungen gesetzten Schürfspuren mathematisch aufbereitet und ein Algorithmus entwickelt werden, der den Grad der Ähnlichkeit zweier solcher Spuren zueinander bestimmt.

Grundlagen:

Bereits fabrikneue Werkzeuge können aufgrund der eingesetzten Fertigungsverfahren (z.B. Schleifen, Sandstrahlen, etc...) im Wirkflächenbereich individuelle Oberflächenmerkmale aufweisen. Spätestens aber durch den Gebrauch entstehen weitere individuell ausgeformte und angeordnete Oberflächenveränderungen (z.B. Kratzer, Deformationen, Materialausbrüche, etc ..), die jedem Werkzeug eine einmalige Wirkflächenstruktur verleihen.

Bilden sich derartige Oberflächenstrukturen in ausreichender Qualität und Quantität in einer Tatortspur ab, so kann das zur Untersuchung vorliegende Werkzeug als Spurenverursacher identifiziert oder auch ausgeschlossen werden. Die Übertragung solcher Oberflächenstrukturen einer Werkzeugwirkfläche auf einen Spurenträger kann nicht nur durch *Präge*- sondern auch durch *Schürfvorgänge* erfolgen.

Die sog. Schürfspur (oder auch Schartenspur) entsteht, wenn ein Werkzeug über eine tendenziell weniger harte Oberfläche unter mehr oder weniger hohem Anpressdruck abgleitet. Hierbei dringen je nach geometrischen Gegebenheiten zunächst erhabene Bereiche der anliegenden Werkzeugwirkfläche (i.d.R. ein Kanten- oder Eckenbereich) in die Oberfläche des spurennehmenden Gegenstandes ein. Im weiteren Verlauf des Abgleitens verursacht die Werkzeugoberfläche in Abhängigkeit ihres im Kontaktbereich bestehenden Oberflächenprofils eine entsprechend ausgebildete Struktur mit parallel verlaufenden Rillen (s. Abb. 1).



Abb. 1: Setzen einer Schürfspur auf einer Blechoberfläche

Das Rillenmuster ist somit ein indirektes Abbild eines bestimmten Bereiches einer Werkzeugwirkfläche und lässt sich bei übereinstimmenden Spurensetzungs-Parametern (und unter der Voraussetzung, dass sich das Werkzeug im relevanten Bereich nicht verändert) beliebig oft reproduzieren. Ist der spurenverursachende Bereich individuell ausgestaltet, so weist auch das resultierende Rillenmuster ein individuelles Erscheinungsbild auf.

Dies bildet die Grundlage, ein Werkzeug einer an einem Tatort gesicherten Schürfspur eindeutig als Spurenverursacher zuzuordnen.

Im Rahmen einer kriminaltechnischen Werkzeugvergleichsuntersuchung werden daher unter Laborbedingungen mit einem potentiellen Vergleichswerkzeug Vergleichsschürfspuren unter Berücksichtigung unterschiedlicher Anstellwinkel in geeignetem Substrat (z.B. Wachs, Blei) gefertigt und diese der Tatortschürfspur gegenübergestellt. Diese Gegenüberstellung erfolgt nach aktuellem Stand der Technik optisch unter einem Vergleichsmikroskop (s. Abb. 2). Hierbei werden zuvor von der Tat- und Vergleichsspur gefertigte Silikonabformungen unter flach einfallendem Licht beleuchtet, wodurch eine effektive Kontrastierung der Oberflächenstrukturen erfolgt (s. Abb. 3).

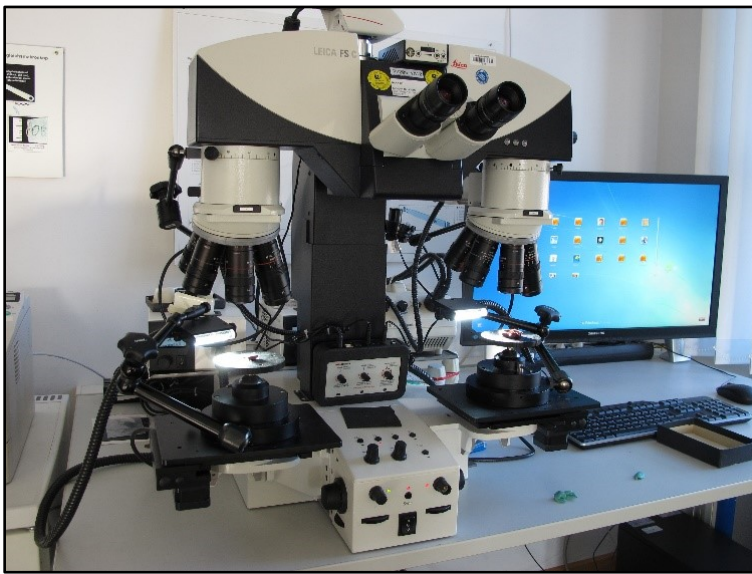


Abb. 2: Vergleichsmikroskop

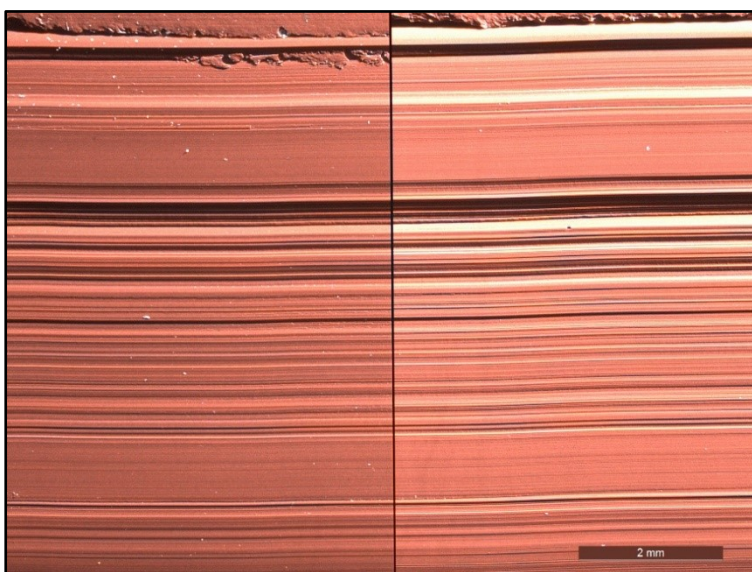


Abb. 3: Gegenüberstellung von Tat- und Vergleichsschürfspur anhand von Abformungen

Neuer Ansatz - Digitales Erfassen von Oberflächenstrukturen:

Aktuell werden im Bayerischen Landeskriminalamt versuchsweise Schürfspuren in Blei / Wachs bzw. deren Abformungen mittels eines photogrammetrischen Scanverfahren sowie mittels konfokalem Messprinzip digital erfasst. Hierbei lassen sich 3D-Datensätze produzieren, die eine Auflösung von lateral ca. 5 μm und vertikal ca. 1 μm aufweisen.

Aufgrund des bei gleichbleibenden Werkzeug-Anstellwinkel nahezu konstanten Verlaufes einer Schürfspur ist ein Linienscan quer zum Schürfverlauf ausreichend charakterisierend.

Eine Schürfspur lässt sich somit messtechnisch als Plot von Höhenwerten z über die Schürfspurbreitenkoordinate x darstellen (s. Abb.4).

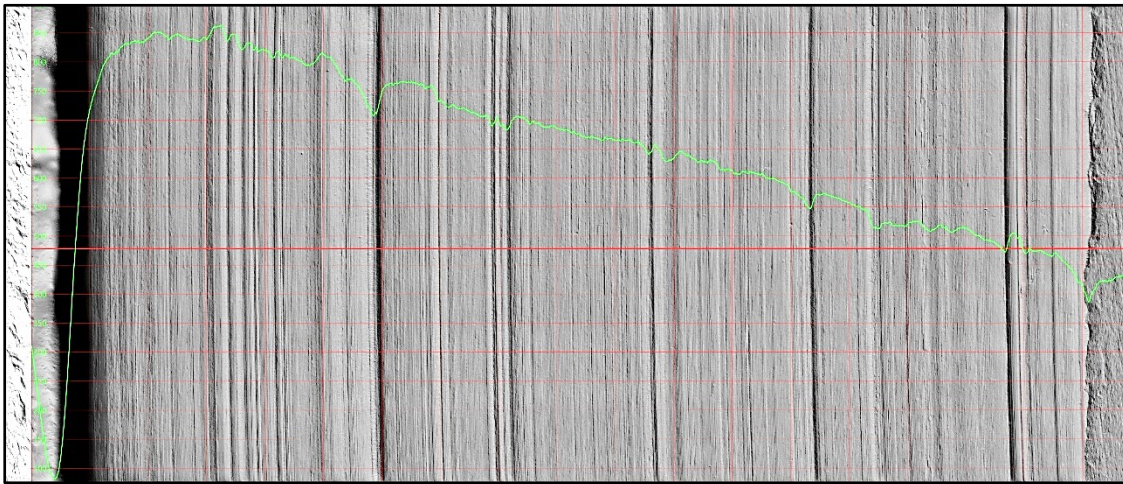


Abb. 4: Höhenprofil einer Schürfspur über die Breite

Zielsetzung:

Ziel dieser Arbeit soll es nun sein, unter Laborbedingungen gefertigte fiktive Tatort-Schürfspuren bestimmter Schlitzschraubendreher mit den von einer Vielzahl baugleicher Schraubendrehern gefertigten Vergleichsspuren anhand der jeweils eingescannten Profildaten abzugleichen.

Hierfür ist neben der Fertigung der einzelnen Schürfspuren¹ zunächst die Oberflächen-Erfassung mittels konfokalem Sensor sowie die Aufbereitung der resultierenden Rohdaten zu bewerkstelligen.

In einem weiteren Schritt soll dann ein computerbasiertes Verfahren entwickelt werden, in welchem die Profildaten der einzelnen Spuren miteinander verrechnet werden (eine grafische Gegenüberstellung von zwei gescannten Spuren ist beispielhaft in Abb. 5 dargestellt).

¹ Mittels einer CNC-gesteuerten Vorrichtung lassen sich im Bayerischen Landeskriminalamt reproduzierbare Schürfspuren unter definierten Bedingungen erstellen.

Dabei soll der zu entwickelnde Algorithmus Gegebenheiten, wie sie in der Realität zu erwarten sind, berücksichtigen. Diese wären z.B.:

- unbekannte Schürfrichtung bei Tatspursetzung
- nur bereichsweise zur Abbildung gelangte Tatortschürfspuren
- Schrägstellung des spurenverursachenden Werkzeuges mit resultierender „Stauchung“ der Rillenabstände bei Tatspursetzung
- partielle Veränderung der Werkzeugwirkfläche zwischen Tat- und Vergleichspursetzung

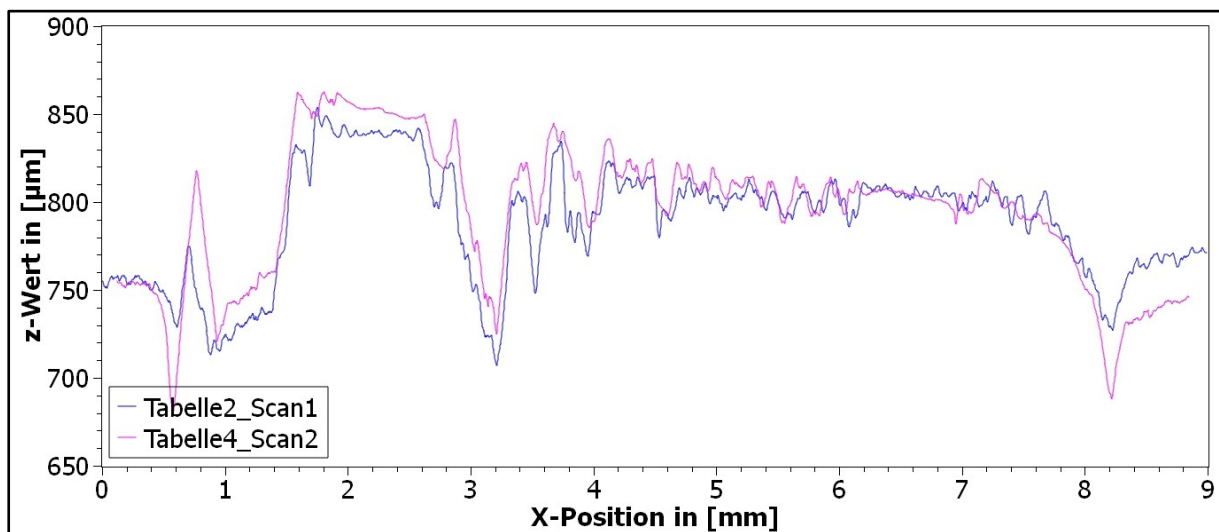


Abb. 5: Gegenüberstellung von zwei Schürfspurprofilen

Das Ergebnis eines solchen Vergleiches zweier Spuren soll schließlich als numerischer Übereinstimmungsgrad ausgegeben werden, so dass bei einer Vielzahl von Vergleichskombinationen ein entsprechendes Übereinstimmungsranking gebildet werden kann.

Das Bayerische Landeskriminalamt bietet der / dem Interessent*in eine ausführliche Einarbeitung in die Thematik vor Ort an. Darüber hinaus kann neben den Gerätschaften zur Fertigung der Spuren und zur Oberflächenerfassung bei Bedarf ein entsprechender Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt werden.

Sollten sich Fragen ergeben, bitte wenden Sie sich an:

Felix Wörle

felix.woerle@polizei.bayern.de

089/1212-4246