

ORIGINALBEITRAG

B-FILTER

ALS DOKUMENTATIONS-HILFSMITTEL BEI DER SCHRIFTUNTERSUCHUNG

Rolf E. Berty

Es gibt Bestrebungen, bei der Erstellung gutachtlicher Dokumentationen von Befundtatsachen möglichst einfache Wege zu beschreiten. Die Repräsentationen des digitalen Datenmaterials sollen möglichst wenig anfällig für Verfälschungen und reproduzierbar sein. Die Herstellung von Repros soll demzufolge am besten auf Knopfdruck geschehen. Man hat auf diese Weise ein Maximum an Transparenz und ein Minimum an Manipulationsmöglichkeiten.

Allerdings kommt man in bestimmten Fällen nicht umhin, den Weg der *Veränderung* von Bildern zu beschreiten, um überhaupt erst bestimmte Befunde darstellen zu können, die *ohne* diese Veränderung nicht sichtbar oder schwer erkennbar wären. Daß man dabei um der Transparenz willen auf eine genaue Nachvollziehbarkeit unter festgehaltenen Bedingungen zu achten hat, versteht sich von selbst.

Es ist nur zu gut bekannt, wie schwer die Strichbeschaffenheit oder der Schreibdruckverlauf anhand von Fotos glaubhaft zu dokumentieren sind. Selbst bei gerätemäßig bester Ausstattung scheitert die *Befunddarstellung* oft immer noch an der mangelnden Überzeugungskraft von Fotografien im Gerichtssaal. Gerade in den ersten beiden Grundkomponenten gibt es eine Dokumentationslücke, die u. U. durch die Anwendung von B-Filtern geschlossen werden kann.

Die Einsatzmöglichkeiten für B-Filter in der gutachtlichen Praxis werden nachfolgend exemplarisch dargestellt. Zunächst sollen jedoch die Grundlagen der B-Filter erklärt werden.

Definition

Unter einem B-Filter soll im Folgenden eine rechtwinklig gestufte Gradationskurve verstanden werden.

Die Abb. 1 ist aus *Photoshop* entnommen. Sie zeigt das Popup-Menü für die Einstellung einer Gradationskurve nach Aufruf des Befehls:

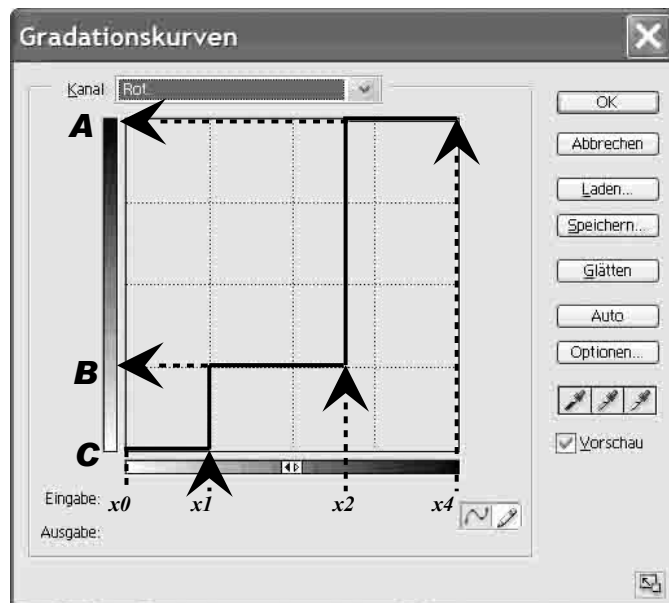


Abb. 1: Eine dreistufige Gradationskurve

- Bild – Einstellungen - Gradationskurven...

Die Wahl der Bildverarbeitungs-Software spielt dabei jedoch keine wesentliche Rolle. Auch andere Programme bieten die Möglichkeit der Einstellung von Gradationskurven an. Der Aufsatz bezieht sich jedoch auf das Arbeiten mit *Photoshop*.

Eine Gradationskurve ist nichts Anderes als eine Transformationsvorschrift, bei der Helligkeitswerte eines digitalen Bildes systematisch verändert werden. Jeder Pixel eines digitalen Bildes besitzt einen be-

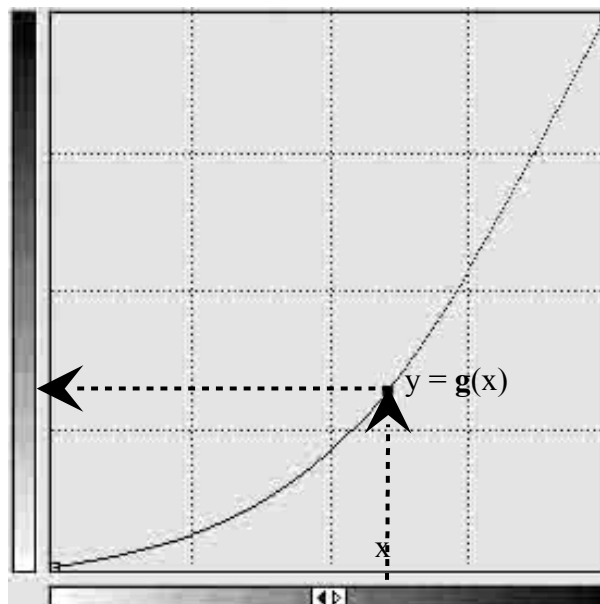
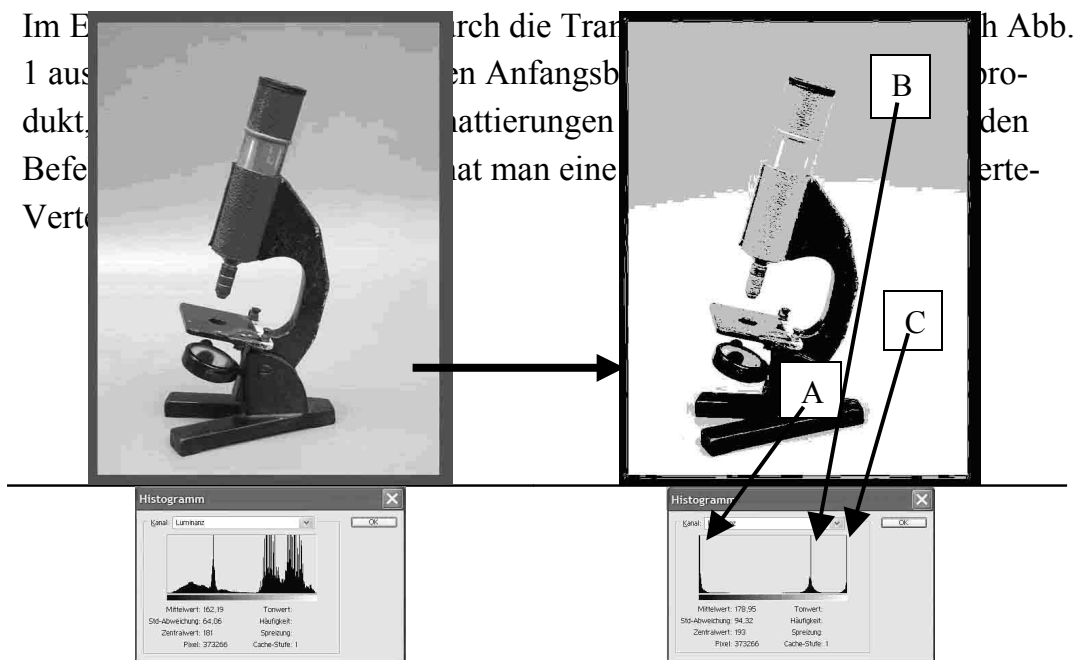


Abb. 2: Gradationskurve als Transformationsvorschrift

stimmten Helligkeitswert. **Pixel gleicher Helligkeit x** können zu Gruppen zusammengefaßt und auf diese Weise gemeinsam verändert werden. Man findet sie als sogenannte Transformations-*Anfangswerte* in Abb. 2 auf der horizontalen Achse. Jedem Anfangswert x ist im vorliegenden Fall über den Graphen der Gradation ein Ausgangswert $y = g(x)$ auf der vertikalen Achse zugeordnet: Hat bspw. ein eingescannter Schriftzug einige Pixel mit dem bestimmten „Farb“-wert x (in Abb. 2 dunkelgrau), so werden diese nach Gradation g den neuen „Farb“-wert y (in Abb. 2 hellgrau) erhalten.

Bei (rechteckigen) Gradationskurven in der Art eines B-Filters wie in Abb. 1 gezeigt, verhält es sich etwas anders. Hier werden alle ursprünglichen Helligkeitswerte, die **zwischen** x_0 und x_1 liegen, zusammengefaßt und in den Weißwert **C** umgewandelt. Entsprechend werden alle ursprünglichen Helligkeitswerte **zwischen** x_1 und x_2 in ein helles Grau „**B**“ und solche oberhalb von x_2 in Schwarz „**A**“ transformiert.



Anfängerkurs Gradationskurven – Strichbreite

Strichbreite, Kerbrillentiefe und Einfärbungsgrad sind keine absolut verlässlichen Maße zur Bestimmung des Schreibdrucks am fertigen Produkt. Aber diese Parameter geben wenigstens eine ungefähre Idee vom Schreibdruck und dessen Verlaufsdynamik während der Entstehung einer Handschrift. Das folgende Beispiel mag zum eigenen Experimentieren mit B-Filtern einladen. Darin wird ein Schriftzug auf seine Hüllkurve reduziert. Das Beispiel ist zwar trivial, aber es kann das Arbeiten mit B-Filtern in *Photoshop* veranschaulichen helfen.

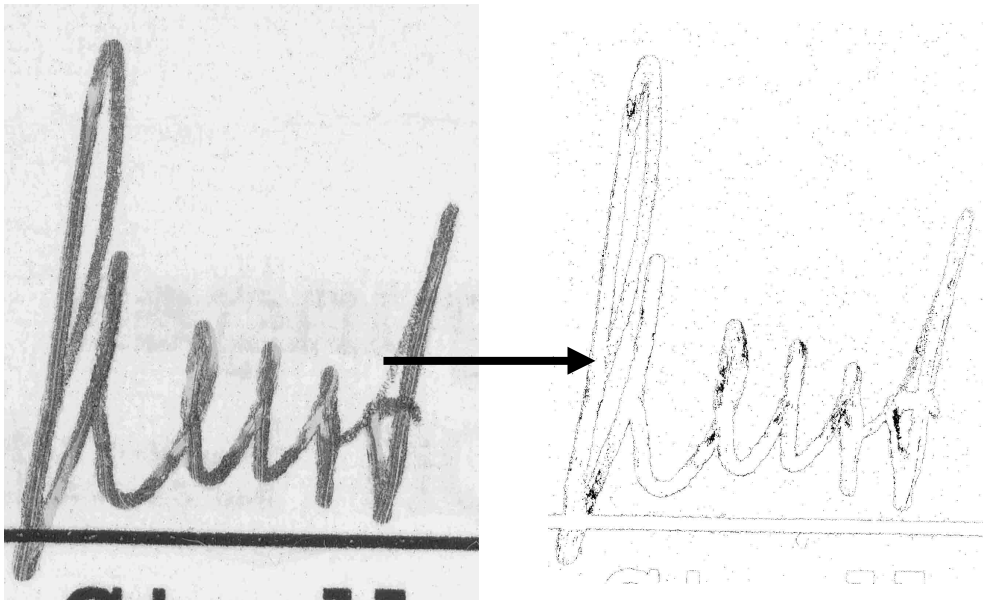


Abb. 4: Beispiel Hüllkurve in Strichbreite

Man öffnet eine zu verändernde Bilddatei (z.B. Abb. 4, linkes Bild). Es gibt in Photoshop verschiedene Arten, ein Farbbild auf seine Grauwerte zu reduzieren. Die einfachste ist die Befehlsfolge **Bild - Modus – Graustufen**. Man erhält ein 8 oder 16 Bit Grauwerte-Bild. Am besten stellt man den 8Bit-Modus ein.

Als nächstes ruft man das Fenster für Gradationskurven auf (**Bild – Einstellungen – Gradationskurven**) und klickt das Kästchen bei Pfeil 1 in Abb. 5 an.

Den Punkt in der rechten oberen Ecke (2) zieht man nach unten. Dadurch wird das gesamte zu bearbeitende Bild weiß, der Schriftzug verschwindet. Das ist ok. Dann klickt man das Kästchen mit dem *Stiftsymbol* (Pfeil 3) an. Jetzt kann man den Mauszeiger irgendwo in den rechten oberen Quadranten bringen; je weiter rechts oben desto besser. Der Mauszeiger verwandelt sich in einen Stift. Dann klicken und festhalten. Das bewirkt, daß man im Koordinatensystem „herumkritzelt“, sobald die Maus sich bewegt. Indem man auf die folgende Reihenfolge der Mausbewegung achtet, erreicht man eine gerade Linie, die exakt an der Oberkante des Koordinatenfeldes verläuft:

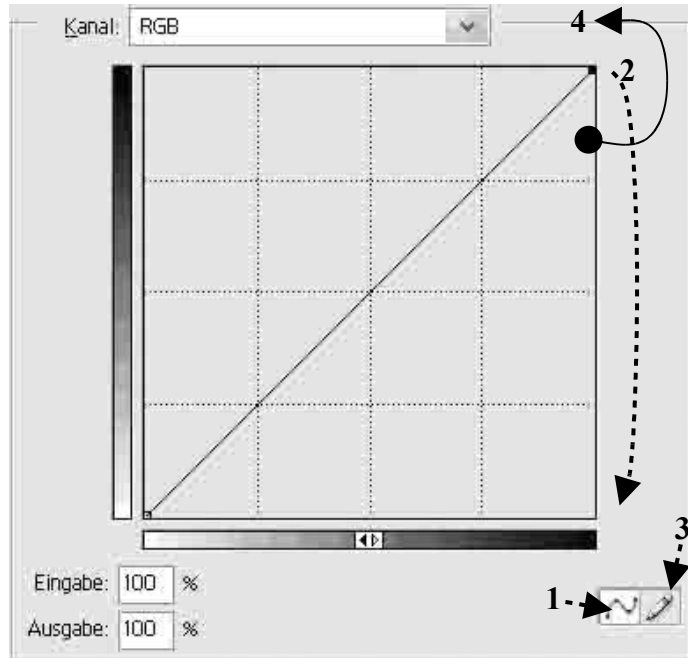


Abb. 5: Herstellung der Gradationskurve gemäß Abb. 6

bringen; je weiter rechts oben desto besser. Der Mauszeiger verwandelt sich in einen Stift. Dann klicken und festhalten. Das bewirkt, daß man im Koordinatensystem „herumkritzelt“, sobald die Maus sich bewegt. Indem man auf die folgende Reihenfolge der Mausbewegung achtet, erreicht man eine gerade Linie, die exakt an der Oberkante des Koordinatenfeldes verläuft:

- den Stift (Mauszeiger) bei gedrückter Maustaste über die rechte Kante des Koordinatenfeldes hinausziehen (Stift wird zu Pfeil)
- außerhalb des Koordinatenfeldes immer noch rechtsseitig über die Oberkante desselben gehen
- dann allmählich oberhalb der Oberkante des Koordinatenfeldes über demselben von rechts nach links ziehen (Mauszeiger bleibt Pfeil)

In Abb. 5 ist dieser Weg (Pfeil 4) eingezeichnet. Dabei beobachtet man, wie sich eine dünne Linie entlang der Oberkante des Koordinatenfeldes von rechts nach links ausbreitet. Je weiter nach links man fortschreitet, desto

mehr Pixel des ursprünglichen Bildinhalts erscheinen vor dem ansonsten weißen Hintergrund. Insbesondere vervollständigt sich auf diese Weise der ursprüngliche Schriftzug, allerdings nicht grau oder gar farbig, sondern als rein schwarzer Flor aus zunächst unverbundenen Pixeln, die allmählich dichter werden und schließlich zusammenfließen (s. Abb. 6 *rechts*).

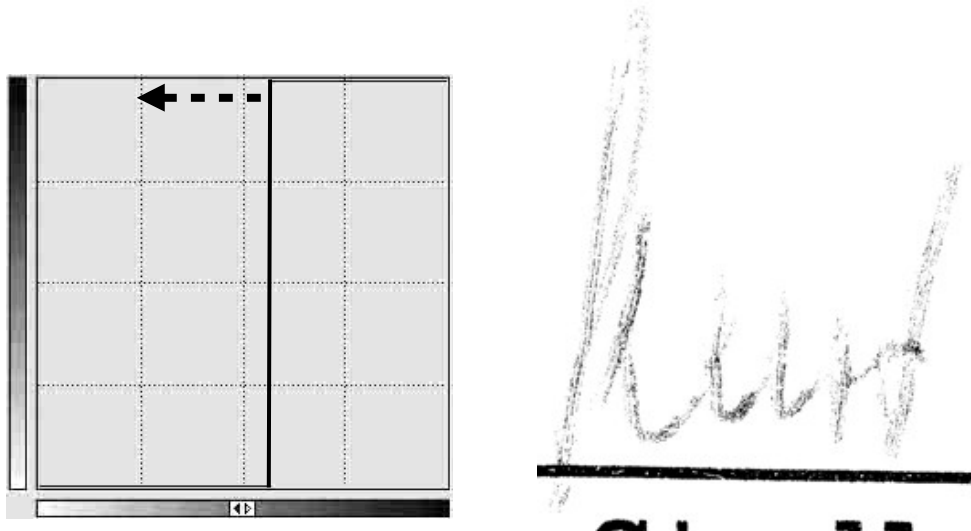


Abb. 6: Die dunkelsten Pixel des Schriftzuges erscheinen zuerst im Bild.

Man beendet das (vorsichtige) Rüberziehen des Mauszeigers, wenn die ersten Pixel *des Hintergrundes* schwarz auf weiß auftauchen. An dieser Stelle kann man davon ausgehen, daß alle eingefärbten Teile des Schriftzuges schwarz erfaßt und dargestellt sind. Das Pop-Up-Fenster der Gradationskurve wird immer noch offen gehalten.

Wenn man den Schriftzug wie in der Abb. 4 *rechts* darstellen will, verfährt man in der gleichen Weise, indem man in der bestehenden und immer noch angezeigten Gradationskurve den äußersten Punkt rechts unten im Koordinatensystem markiert und bei gedrückter Maustaste entlang der Unterkante desselben von rechts nach links zieht. Man entleert auf diese Weise den Strich, bis nur noch die Pixel des Randbereiches stehen bleiben. Der zugehörige B-Filter könnte wie in der folgenden aussehen. Er kann jetzt abgespeichert und später wieder geladen werden.

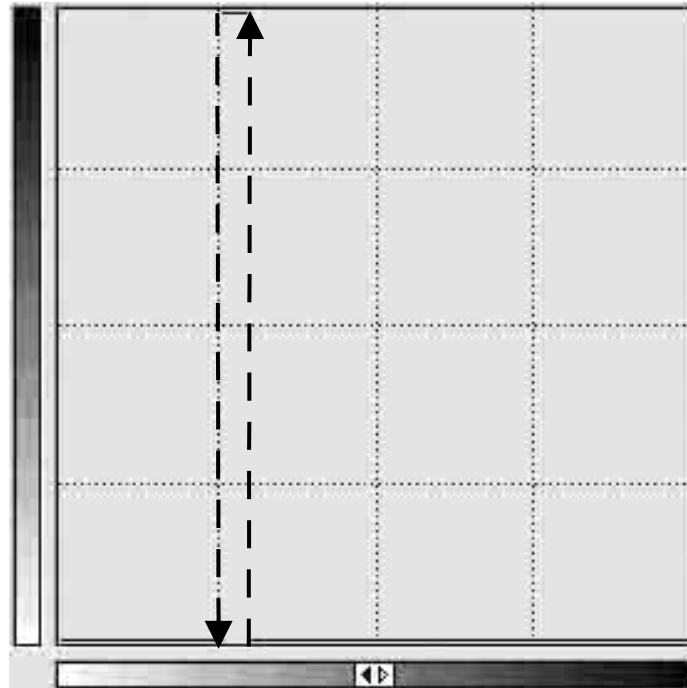


Abb. 7: Endgültige Gradationskurve zur Transformation der Abb. 4

Einfärbungsgrad

Für die Sachverständigenarbeit wird es interessant, wenn man auf ähnliche Art den Einfärbungsgrad einer Schrift darstellt. Genau wie beim Schreibdruck kommt es in der Schriftvergleichung auch hier nicht so sehr auf einen mittleren Wert der zu ermittelnden Größe an, sondern auf die Dynamik im Verlauf derselben: Wo streift der Kugelschreiber an den Papierfasern besonders ergiebig Tintenpaste ab (eben *weil* druckstark geschrieben wird) und wo ist die Einfärbung geringer? Sind dies die systematisch gleichen Stellen in der fraglichen und in der Vergleichsschrift? Lässt sich die durch den genuinen Schreibdruck induzierte Einfärbung überhaupt für einen Schriftvergleich heranziehen? Und *wie stellt man es dar?*

Hier ein Beispiel. Nach Graustufen-Umwandlung verändert ein B-Filter, wie er in Abb. 1 abgebildet ist, die fragliche Unterschrift aus Abb. 8 *oben* zum darunterstehenden Ergebnis.

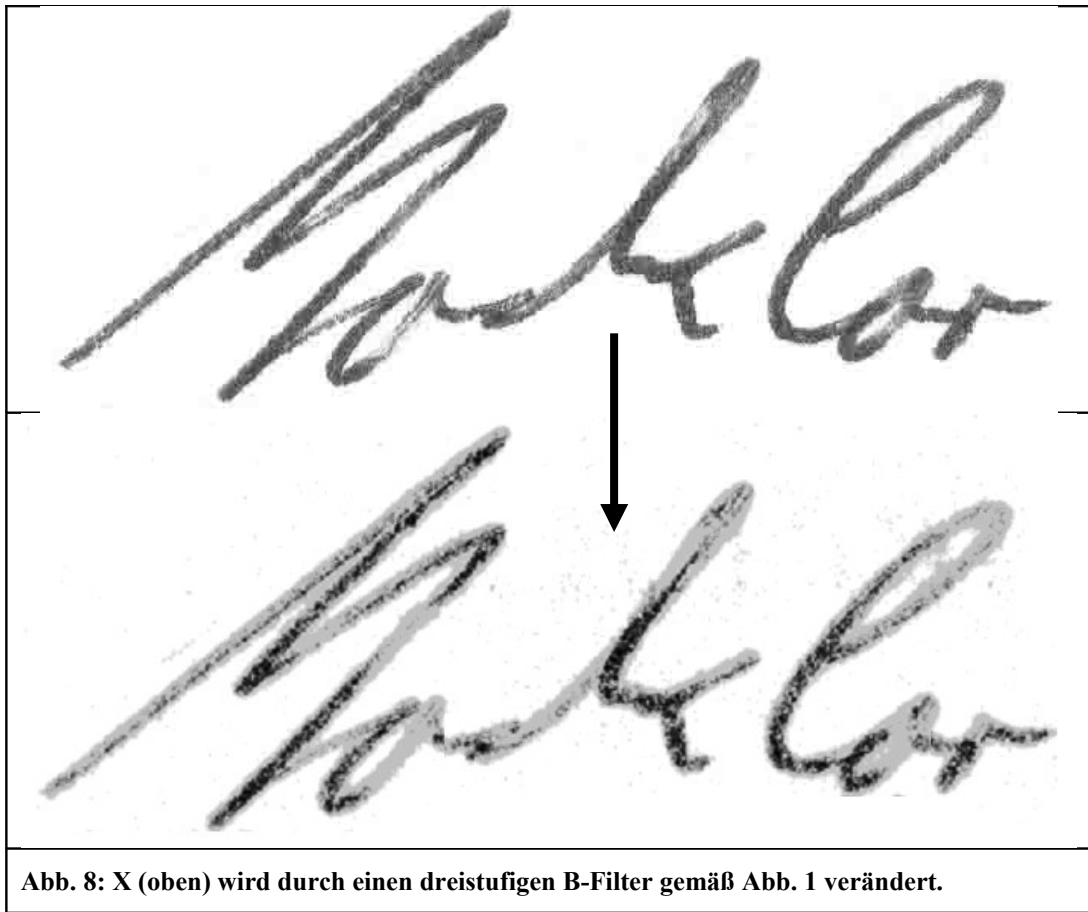


Abb. 8: X (oben) wird durch einen dreistufigen B-Filter gemäß Abb. 1 verändert.

Die Transformation der zugehörigen Vergleichsunterschrift ist in Abb. 9 dargestellt. Aus Gründen des Persönlichkeitsschutzes ist der Namenszug aus den Bewegungselementen willkürlich neu zusammengesetzt worden. Ohne auf weitere Details einzugehen, kann man als systematische Unterschiede z.B. feststellen, daß die Vergleichsunterschrift eine *insgesamt geringere Dynamik der Einfärbung* aufweist, als die fragliche. Die Einfärbung im **o** unterscheidet sich ebenfalls systematisch, indem in der Vergleichsschrift die Aufwärtsbewegung die gleiche Einfärbungsqualität besitzt wie die Abwärtsbewegung, während in der fraglichen Schrift die Aufwärtsbewegung des **o** weniger einfärbt als die Abwärtsbewegung.

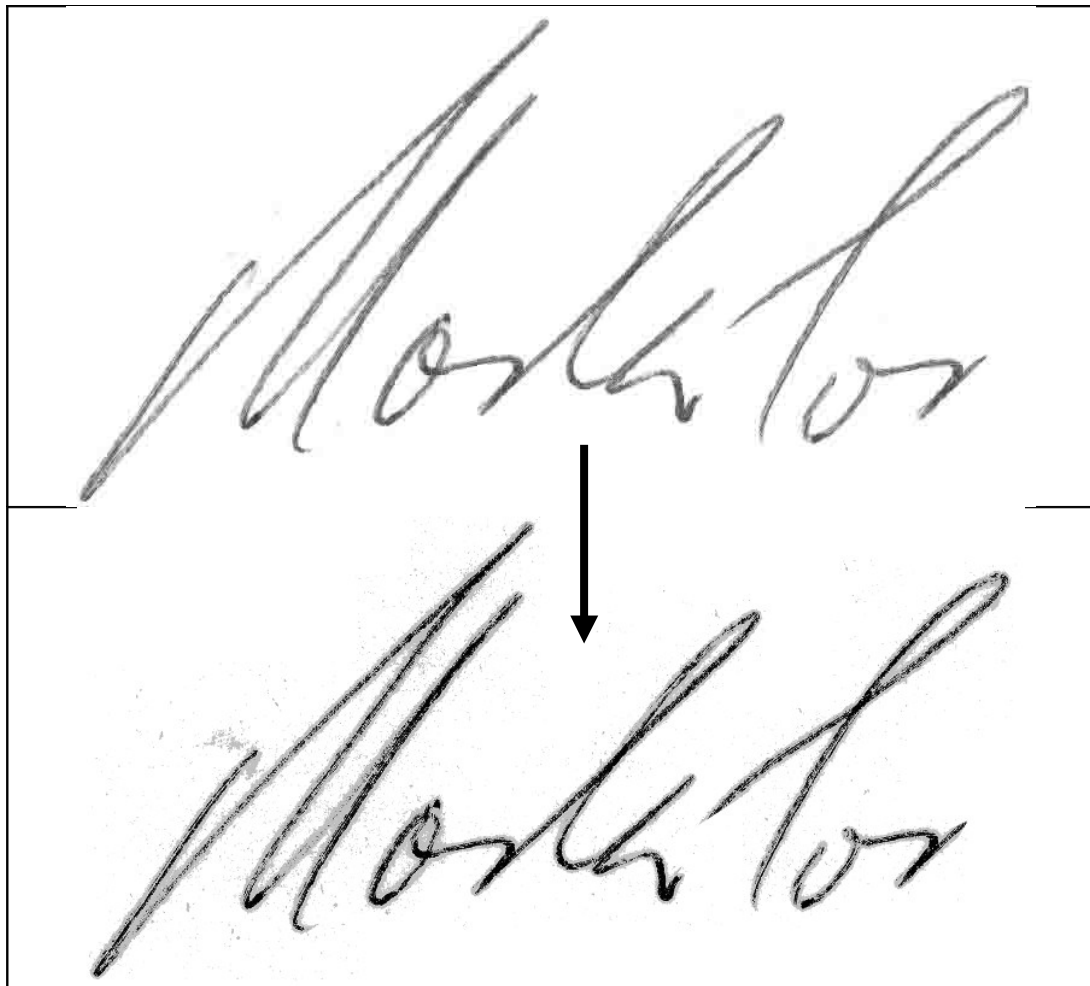


Abb. 9: Auch V wird durch einen dreistufigen B-Filter gemäß Abb. 1 verändert.

Ob dies am Schreibgerät liegt? Oder ob man die Unterschiede als Hinweis darauf werten kann, daß zwei verschiedene Urheberschaften vorliegen? Die Antwort bleibt hier offen.

Ein weiteres Beispiel legt jedoch nahe, daß man den Einfärbungsgrad nur bedingt als Hinweis auf Nichtidentität der Urheberschaft werten darf. Anhand eines Durchdrucks, der experimentell mit einem Paketkartenformular der Deutschen Post erstellt wurde, läßt sich ein direkter Vergleich des Einfärbungsgrades mit dem Schreibdruck durchführen: Der Schriftzug „Durchdruck“ (Abb. 13 *oben*) wurde mit blaufärbendem Kugelschreiber erzeugt und mit 2400 dpi eingescannt. Die folgenden Ausschnitte zeigen die Buch-

staben „chd“ des Originals (Abb. 10), des mittels B-Filter erzeugten Einfärbungsgrades (Abb. 11), und die Schreibdruck-äquivalente Einfärbung des Durchdrucks (Abb. 12).

Trotz ausgeprägter Druckstärke bei den horizontalen Pfeilen in Abb. 12 zeigt die Repräsentation der Abb. 11 eine geringere Einfärbung. Dies ist erklärbar.

Wie nämlich aus dem Scan der Abb. 10 hervorgeht, streift die Kugel des Schreibgerätes in der Aufwärtsbewegung in beiden Buchstaben Tintenpaste ab. Dann erfolgt eine Richtungsänderung zum Abstrich (senkr. Pfeile in Abb. 10). Eine ausgedehnter verlaufende Richtungsänderung liegt auch im Basisbereich des **d** zugrunde. Sogar das **c** erzwingt – nach einer kurzen Ansatzbewegung – vom **r** kommend den Richtungswechsel der Kugel.

Die Kugel läuft nach einem Richtungswechsel ein zweites Mal über den gleichen Teil ihrer Oberfläche. Dieser ist aber bereits durch die vorangegangene Bewegung von Tintenpaste befreit. Für die Folgebewegung bleibt nicht mehr soviel Tintenpaste übrig, wie für die Erstbewegung; der Einfärbungsgrad ist vermindert, und man hat die typischen Schiefen/Zentrifugallinien.



Abb. 10: Original



Abb. 11: Einfärbungsgrad mittels B-Filter



Abb. 12: Durchdruck

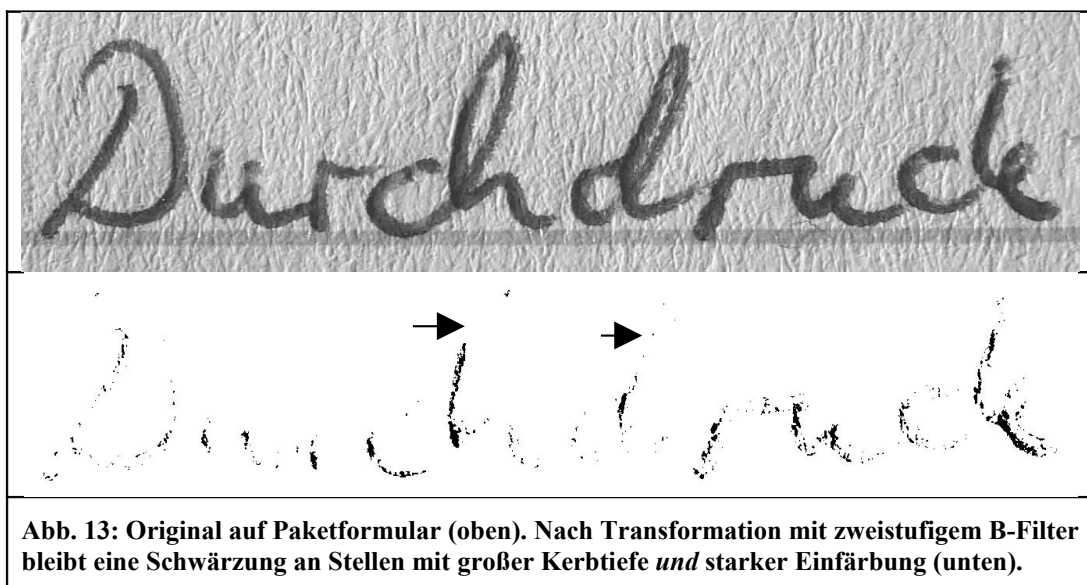
Das Beispiel verdeutlicht, daß dort, wo viel Tintenpaste an den Papierfasern abgestreift wurde, tatsächlich Druckstärke vorhanden war. Aber nicht überall, wo starker Druck auftrat, muß eine starke Einfärbung erzeugt worden sein. Um Druckstärke der Schreibbewegung nachweisen zu können, genügen – wie hier nocheinmal deutlich wird – nicht allein die Strichbreite und der Einfärbungsgrad.

Auch die Kerbtiefe läßt sich gut mit B-Filtern darstellen.

Kerbtiefendarstellung

1.1 Mischeffekt

Bekanntlich dokumentiert man die Kerbtiefe mittels Streiflichtfotografien. Wie bereits gesagt, braucht es auch hier ein geübtes Auge, um den dreidimensionalen Effekt im Foto wiederzuerkennen (Abb. 13 *oben*). Besser ist die Hervorhebung mittels B-Filter in der darunter demonstrierten Weise (Abb. 13 *unten*).



Allerdings darf es nicht verwundern, wenn man hier einen Mischeffekt vorfindet. Das zuvor Gesagte gilt auch hier: Überall, wo eine Schwärzung in Abb. 13 *oben* durch Schattenbildung auftritt, darf davon ausgegangen

werden, daß eine tiefe Kerbung vorliegt. Aber nicht überall, wo keine Schwärzung vorliegt, ist der Grund eine flache Kerbung (s. wieder: horiz. Pfeile)! Der Mischeffekt: Auch hier, im Schräglichtfoto unter **weißem Licht**, spielt der Einfärbungsgrad bei der Wirkung des B-Filters eine wesentliche Rolle. Gibt es eine Abhilfe?

1.2 Monochromatische Lichter

Abb. 14 wurde durch blaues Streiflicht von oben links hergestellt. Bei blaufärbenden Schreibmitteln werden vor allem die Blauanteile vielfarbigen Lichts reflektiert. Im Idealfall verschwinden die Reflexionsverluste des Schreibmittels für die Farbe Blau, und man hat eine Totalreflexion des blauen Lichts. Weißes Papier reflektiert Licht jeder Farbe weitgehend ohne Reflexionsverluste. Hier ist nur wichtig, daß von einer weißen Papieroberfläche auch Blau intensiv reflektiert wird.

Man hat also bei (ideal) blaufärbendem Kugelschreiber auf weißem Papier eine *vergleichbar intensive* Reflexion in beiden Zonen: der von Schreibmittel bedeckten und der unbedeckten des Papiers. Im Idealfall ist die Reflexion blauen Lichts beider Zonen nicht mehr unterscheidbar, der Schriftzug tritt farblich in den Hintergrund.



Abb. 14: Aufnahme mit blauem Streiflicht von links oben

Nur weil das in Abb. 14 gewählte Schreibmittel die blaue Farbe **nicht hundertprozentig** reflektiert, bleibt hier die Einfärbung als Artefakt erkennbar. Im Übrigen sind bei dieser Streiflichtaufnahme die dunkleren Stellen definitiv als Schattenwürfe zu interpretieren.

Auf diese Weise wurde der Schriftzug unter einem Winkel von ca. 10 Grad zur Papierebene aus Nord, Ost, West und Süd und den jeweiligen dazwischen liegenden Positionen mit blau, ca. 480 nm, bestrahlt (s. Abb. 15). Die so entstehenden insgesamt acht Streiflichter beleuchteten die Kerbrille jeweils aus einander sich ergänzenden Richtungen, so daß unterschiedliche Schattenwürfe „rund um die Kerbrille“ aufgenommen werden konnten.

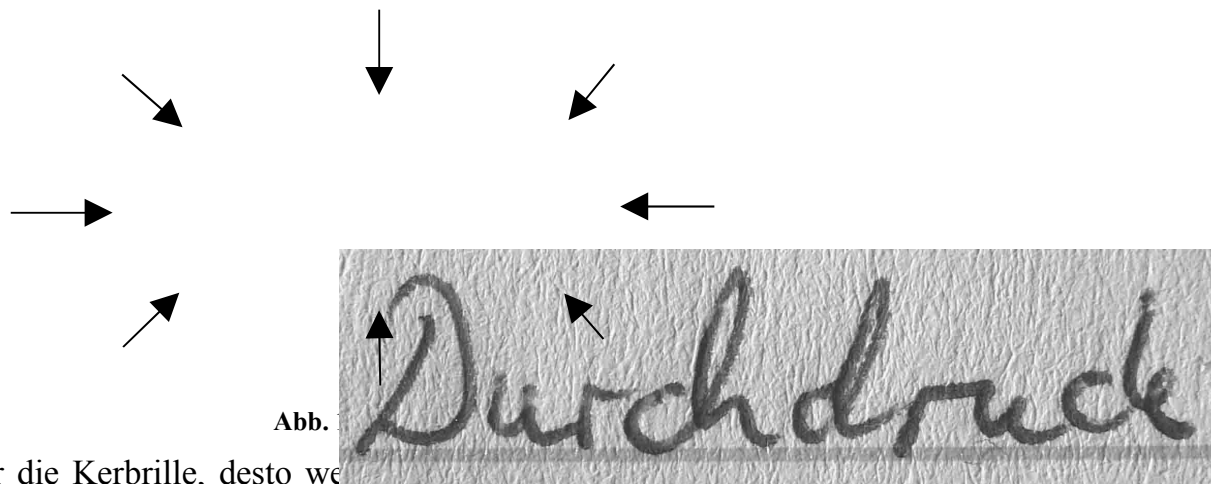


Abb.

Je tiefer die Kerbrille, desto we
lich:

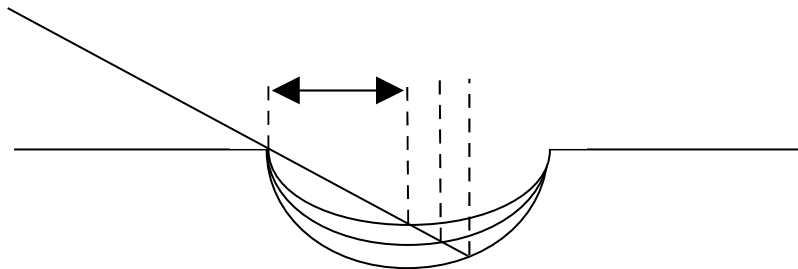


Abb. 16: Tiefere Kerben erzeugen breitere Schatten.

Jedes der 8 monochrom-blauen Bilder wurde wie zuvor in Graustufen umgewandelt. Die abgeschatteten Zonen erscheinen danach mehr oder weniger dunkelgrau. Wendet man auf das jeweilige Graubild einen zweistufigen B-Filter in der Art der Abb. 6 an, so erhält man die Schattenzonen in schwarz, der Rest bleibt weiß (Abb. 17). Die Überlagerung aller acht Aufnahmen sieht wie folgt aus:

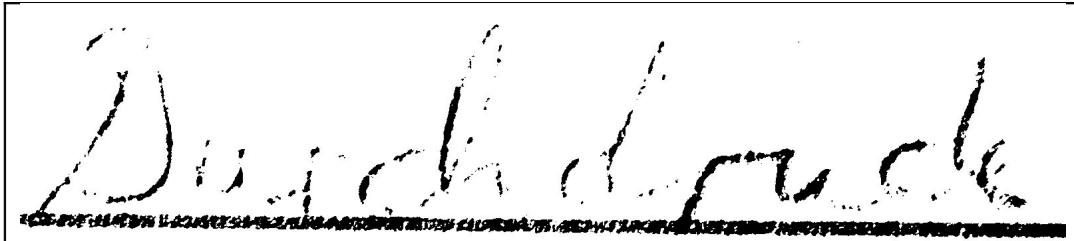


Abb. 17: Eine von acht Streiflichtaufnahmen.

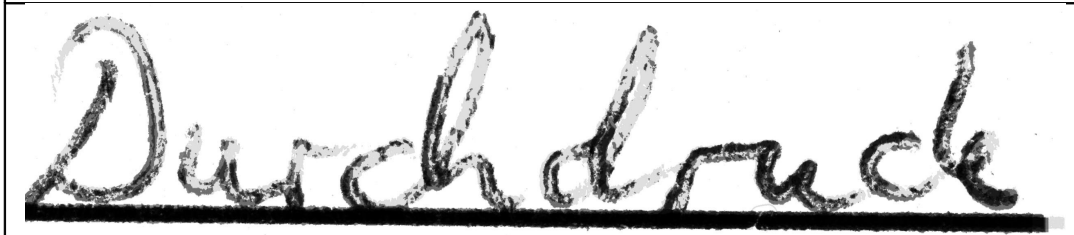


Abb. 18: Die Überlagerung von acht Streiflichtaufnahmen...

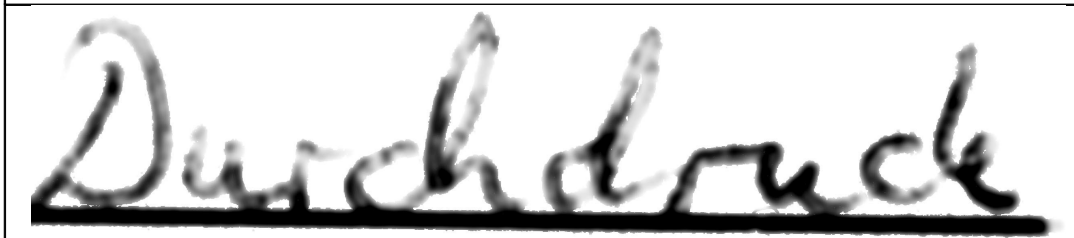


Abb. 19: ...weichgezeichnet mit Radius der Strichbreite

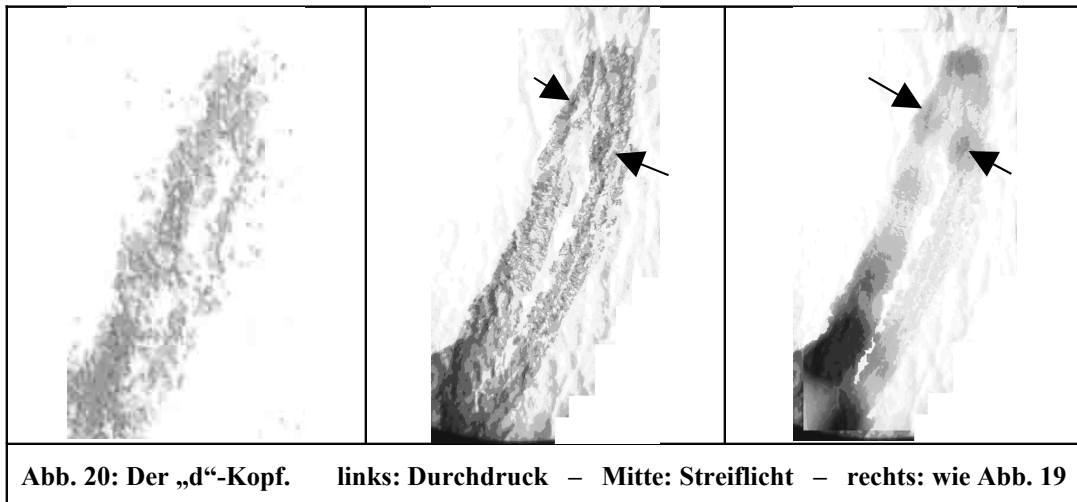
Bei der Überlagerung Abb. 18 wurde als Hintergrund ein Scan des Schriftzuges gewählt.¹⁾ Das entstehende Bild ist noch relativ unbefriedigend. Statt der im Strich immer noch marginal platzierten Schatten erhält man eine homogene, kerbtiefenabhängige Schwärzung der Strichbereiche, indem man die Schwärzung über die Strichbreite verschmiert.²⁾

¹⁾ *Frei Transformieren*: drehen und dehnen/stauchen. Der Scan wurde in der jetzt schon gewohnten Weise per B-Filter auf unifarben Grau bei 13 % Helligkeit eingestellt. Die so entstehende Fläche wird zur Erzeugung einer Maske bei Abb. 19 benötigt. Die einzelnen Ebenen werden *multiplikativ* überlagert und auf 50 % *Transparenz* eingestellt.

²⁾ Mittels *Zauberstab* selektiert man zunächst die graue Fläche in der Bildebene des Scans; man hat dann genau die mittels *Gauß'schem Weichzeichner* zu bearbeitende Fläche maskiert. Dann reduziert man alle 8 + 1 Ebenen auf den Hintergrund und wendet den Weichzeichner an. Den Radius des Weichzeichners stellt man so ein, daß die schwarzen Pixel über die Strichbreite verwischt werden.

Eine genauer Vergleich der Abb. 19 mit der tatsächlichen Kerbrillentiefe ergab eine sehr gute Übereinstimmung.

Übrigens gibt es zwar eine bessere, aber wiederum keine hundertprozentige Übereinstimmung mit dem tatsächlichen Schreibdruck! Man betrachte die drei folgenden Abbildungen des **d**, links der d-Kopf des Durchdrucks auf dem Formular, mittig eine Schräglichtaufnahme unter Weißlicht des Original-Schriftzuges und rechts die Überlagerung des mittleren Bildes mit dem passenden Ausschnitt aus der Abb. 19.



Man erkennt die vertieften Stellen im Schräglicht (mittlere Aufnahme), denen jedenfalls keine übermäßig druckstarken Entsprechungen im Durchdruck gegenüberstehen (links). Allerdings gibt es die Entsprechungen in der Kerbrillen-Repräsentation rechts.

Da ist offensichtlich, warum nicht jeder Vertiefung in der Schreibspur eine druckstarke Schrift entsprechen muß: Manche Vertiefungen sind eben schon im Schriftträger, bevor der Kugelschreiber darüberspringt!

Am Rande bemerkt:

- Die Kerbrillentiefe/Vertiefung der *beiden* in der Abb. 13 *unten* mit Pfeil markierten Stellen wird in Abb. 20 korrekt dargestellt.
- Eine solche Darstellung ist auf jeden Fall ungeeicht und gibt darum nicht die Kerbtiefe absolut an, sondern nur die Kerbrillentiefen-**Dynamik!**
- Das hier vorgestellte Verfahren ist sehr empfindlich. Allerdings kann es vorkommen, daß in bestimmten Aufnahmesituationen (z. B. bei IR-Schräglicht-Beleuchtung, Aufnahme durch Mikroskop) die Aufnahme beim Einstellen des B-Filters, wie zu Abb. 5 beschrieben, von den Rändern her schwarz zuläuft; Pech gehabt!
- Des weiteren: *Acht* Aufnahmen und deren Verarbeitung *ist* ein nicht zu mißachtender Arbeitsaufwand. Der Zeitbedarf zur Gewinnung der Abb. 19 betrug – ohne Automatisierung, nach einiger Übung – etwa 45 Minuten ab erster Aufnahme. Bei geringeren Ansprüchen können jedoch auch hinreichend gute Ergebnisse mit *nur vier* zueinander orthogonalen Aufnahmen erzielt werden. Als Orientierung sollte dann eine Belichtung senkrecht zur Hauptneigungsrichtung, die zweite eine in der Hauptneigungsrichtung aufweisen.

Der Schriftzug des letzten Beispiels wurde mit einem **schwarzen(!) Gelschreiber** hergestellt. Die Belichtung erfolgte bei 875 nm.

Zumindest für blaue Kugelschreiberschriften und schwarze Gelschreiber auf Paketkarten der Deutschen Post gilt :-). Während die Schreibdruckdynamik innerhalb eines Schriftzuges durch Strichbreitendarstellungen meist ungenügend und durch den Einfärbungsgrad nur mit den erklärten Einschränkungen repräsentiert werden kann, erweist sich die Darstellung der Kerbrillentiefen-Dynamik nach meinen ersten Erfahrungen als eine zuverlässigere, anschauliche zweidimensionale Repräsentationsweise. Es sind nur Minimalkenntnisse von Standard-Bildverarbeitungs-Software erforderlich.

Dieser Aufsatz braucht nicht unkommentiert bleiben. Aus diesem Grund wird hier auf das Forum unter www.schriftvergleichung.com hingewiesen. Hier ist Raum für einen eventuellen Erfahrungsaustausch, für Kritik und für Anregungen.

Anschrift des Autors:

Rolf E. Berty

Im Heidesfeld 4

66709 Weiskirchen

06872/88 77 72

