

# 3 Film + Photo Scanner

Copyright © 2016-2021 Dr. Heinz Czapla, [www.heinzczapla.de](http://www.heinzczapla.de)

Alle Rechte vorbehalten.

v1, 9.2.2021, 27.7.2017, 11.5.2017, 1.2.2017, 26.1.2017, 5.1.2017, 7.12.2016,  
18.11.2016

## Inhaltsverzeichnis

### **1 Scannen von analogen Vorlagen**

- 1.1 Flachbettscanner vs. Filmscanner
- 1.2 Kontrast, Dynamik und optische Dichte
- 1.3 Software zum Betrieb eines Scanners
- 1.4 Literatur

### **2 Grundeinstellungen am Scanner**

- 2.1 Farbkalibrierung eines Scanners
- 2.2 Fokussieren eines Scanners
- 2.3 Aspekte zur Bestimmung der nutzbaren Auflösung eines Scanners:  
Anwendung eines Resolution-Target für Dias
- 2.4 Fokussieren des Scanners Epson V850 Pro für das Resolution-Target
- 2.5 Bestimmung der größten tatsächlich erreichbaren Auflösung eines Scanners
- 2.6 Bestimmung der tatsächlich erreichten Auflösung bei Scans mit jeweils unterschiedlicher vorgegebener Auflösung des Sensors
- 2.7 Bestimmung der optimalen Schärfe-Einstellung bei gewählter Auflösung
- 2.8 Bestimmung von möglichen Schärfe-Unterschieden auf dem Flachbett
- 2.9 Zusammenfassung und kritische Wertung
- 2.10 Literatur

### **A Anhang**

- A1 Auflösungen für Epson V850 Pro in SilverFast
- A2 Fokussierung des Scanners für Dias
- A3 Vergleich der Diaträger a+b
- A4 Größte tatsächlich erreichbare Auflösung
- A5 Tatsächlich erreichte Auflösung bei Scans mit jeweils unterschiedlicher vorgegebener Auflösung des Sensors
- A6 Mögliche Schärfe-Unterschiede auf dem Flachbett

### **3 Empfehlungen für die Auflösung von Scans**

- 3.1 Eingabe- und Ausgabe-Auflösung
- 3.2 Auflösungen für Bildvorlagen (Aufsicht-Scans)
- 3.3 Auflösungen für Dias (Durchlicht-Scans)
- 3.4 Literatur

## **4 Endlich wird gescannt**

- 4.1 Erstellung eines Roh-Scans
  - 4.1.1 Roh-Scan für Aufsicht-Vorlagen
  - 4.1.2 Roh-Scan für Durchlicht-Vorlagen
  - 4.1.3 Wohin mit den Roh-Scans?
  - 4.1.4 Frisch gewagt ist halb gescannt
- 4.2 Erstellung einer Bild-Datei aus dem Roh-Scan
  - 4.2.1 Zielsetzung
  - 4.2.2 Spezifische Überlegungen
  - 4.2.3 Der Virtuelle Leuchttisch (VLT)
  - 4.2.4 Der Job-Manager
  - 4.2.5 Die Werkzeuge zur Bildbearbeitung
  - 4.2.6 Vorschau der Bearbeitungsergebnisse
  - 4.2.7 Ablageort und Benennung der bearbeiteten Bilddateien
  - 4.2.8 Arbeiten mit dem Job-Manager
- 4.3 Literatur

## 2 Grundeinstellungen am Scanner

Vor dem ersten Scan und später immer dann, wenn ein Wechsel in der Art der Vorlage stattfinden soll, sind die Grundeinstellungen des Scanners zu überprüfen und eventuell anzupassen. Die meisten Einstellungen werden in ihrem Wert nur einmal festgelegt und können dann immer wieder verwendet werden. Dazu gehören auch die (eventuell nötige) manuelle Fokussierung und die Bestimmung der Grenzen der nutzbaren Auflösung des Scanners. Lediglich die Farbkalibrierung muss in regelmäßigen Zeitabständen wiederholt werden. Auch eventuell notwendige Umbauten am Scanner beim Wechsel zwischen Aufsicht- und Durchlicht-Vorlagen sind hier zu bedenken.

Die Ausführungen beziehen sich auf den Scanner Epson Perfection V850 Pro und die Scanner-Software SilverFast Ai Studio 8, gelten aber sinngemäß weitestgehend auch für andere Konstellationen.

### 2.1 Farbkalibrierung eines Scanners

Über die Aufgabe einer Kalibrierung der Farbwiedergabe haben wir bereits in Kapitel 1 (Photography, Abschnitt 6) und in Kapitel 2 (Fine Art Print, Abschnitt 4) im Zusammenhang mit Bildschirmen und Druckern gesprochen. Kurz gesagt, es muss sichergestellt werden, dass die vom Gerät erkannte Farbe auch der Wirklichkeit entspricht. Dies geschieht mit Hilfe eines Farbprofils. Dieses Farbprofil ist in einer Datei abgespeichert, die das Suffix .icm oder .icc hat (Image Color Management). Für unseren Scanner brauchen wir jeweils ein eigenes Farbprofil für Aufsicht- und für Durchlicht-Vorlagen. SilverFast bringt solche Profildateien mit. Diese beiden Dateien werden bei der Installation der Scanner-Software automatisch übertragen.

Die Farbwiedergabe des eigenen Scanners wird dabei aber nur näherungsweise getroffen. Daher muss der Scanner individuell kalibriert werden, wenn maximale Farbverbindlichkeit erreicht werden soll. Für SilverFast sind zwei spezielle sogenannte **IT8-Targets** erhältlich, eines in Form eines **Dias für Filmvorlagen** und ein anderes als **Papierbild für Aufsicht-Vorlagen**. Es gibt sogar ein weiteres Target speziell für **Kodachrome-Film**, da dieser Dia-Film in seinem Schichtaufbau von allen anderen Dia-Filmen technisch abweicht und daher beim Scannen sonst falsche Ergebnisse liefern würde. Die Targets decken den gesamten Farbbereich ab, also auch die unbunten Farben, d.h. den Graukeil. Wenn mit SilverFast mehrere unterschiedliche Scanner betrieben werden sollen, so sind für diese jeweils eigene Farbprofile zu erstellen.

Silverfast kann nur mit den eigenen IT8-Targets kalibrieren. Die Kalibrierung sollte in regelmäßigen Abständen wiederholt werden, am besten vor jeder längeren Sitzung. Die Kalibrierung erfolgt automatisch, wenn ein IT8-Target erkannt wird.

## Farbkalibrierung des Scanners mit SilverFast

Aufsicht- und Durchlicht-Vorlagen benötigen unterschiedliche Farbprofile. Diese werden in getrennten Kalibrierungsvorgängen erstellt.

Die Dateien mit den Farbprofilen haben das Suffix .icm oder .icc (Image Color Management).

SilverFast kalibriert automatisch, wenn der Vorgang gestartet und ein iT8-Target erkannt wird. Da das Farbprofil in einem schreibgeschützten Bereich des Dateisystems abgelegt wird, muss der Benutzer beim Kalibrieren Administrator-Rechte haben.

Falls das – aus welchen Gründen auch immer – nicht der Fall ist, bricht die Kalibrierung ab. Hierbei ist meistens der Virens Scanner der Übeltäter.

Man kann sich helfen, indem man die Datei mit dem Farbprofil manuell umkopiert. Dazu wählt man in den Einstellungen von SilverFast „eigener Profilname“ aus, ändert aber nicht den Profilnamen, sondern lediglich den Speicherort (z.B. auf ‚Dokumente‘). Dann startet man die Kalibrierung und kopiert manuell die so entstandene Profildatei in das Directory

C:\Windows\System32\spool\drivers\color\

SilverFast muss anschließend neu gestartet werden.

Hat man doch auch den Namen der Datei mit dem Profil geändert (s.o.), so muss auch Windows neu gestartet werden.

Der Name einer Profildatei darf nicht nachträglich manuell umbenannt werden. In diesem Fall würde die Datei nicht als solche erkannt werden.

Zum Schluss noch die **Standard-Namen der Profildateien** unter **SilverFast** für den **Scanner Epson V850 Pro** (ohne Kodachrome)

Aufsicht-Vorlagen: SF\_R (EPSON Perfection V800\_V850).icc

Durchlicht-Vorlagen: SF\_T (EPSON Perfection V800\_V850).icc

Vor dem Kalibrieren muss der Scanner betriebswarm sein. Bei dem Epson V850 Pro ist dies bereits wenige Sekunden nach dem Einschalten der Fall.

## 2.2 Fokussieren eines Scanners

Grundsätzlich muss die Optik eines Scanners vor jedem Scanvorgang scharfgestellt werden.

**Filmscanner** haben oft eine Autofokuseinrichtung. Dies wegen einer möglichen Wellung der Vorlagen, insbesondere von (glaslos) gerahmten Dias, aber auch wegen unterschiedlicher Rahmung und Rahmendicke. Verglaste Dias können gewöhnlich nicht verarbeitete werden, müssen also umgerahmt werden.

**Flachbettscanner** verzichten oft auf einen Autofokus, auch wenn sie mit einer Durchlicht-Einheit für Film-Scans ausgerüstet sind. So ist es auch bei unserem Epson V850 Pro der Fall.

Solange mit einem Flachbettscanner **Aufsicht-Vorlagen** gescannt werden, ist die Fokusebene immer fest vorgegeben und mit dem Vorlagenglas identisch. In diesem Fall kann tatsächlich ein individuelles Fokussieren entfallen.

Sollen bei einem Flachbettscanner **Durchlicht-Vorlagen** verarbeitet werden, so werden diese zum Scannen in Halterungen eingelegt. Für diese Halterungen kann oft der Abstand zum Vorlagenglas variabel eingestellt werden. Es ist also in Versuchen zu prüfen, bei welchem Abstand die optimale Schärfe erreicht wird. Dabei beginnt man am besten mit dem markierten Standardabstand und variiert nach oben und unten. Für **Filmstreifen** ist dies ein einmaliger Vorgang. Bei **gerahmten Dias** müssen für jeden Rahmentyp die geeignete Einstellung gesucht werden. Wohl dem also, der seine Dias möglichst einheitlich gerahmt hat.

Werden die Durchlicht-Vorlagen bei einem Flachbettscanner direkt auf das Vorlagenglas gelegt, besteht die Gefahr der Bildung von Newton-Ringen. Bei der Verwendung von Halterungen können sich dagegen die Filme wellen. Beim Epson V850 Pro haben die Halterungen ein glasklares Trägermaterial für den Film. Die Auflageseite des Glases ist behandelt. Probleme mit Newton-Ringen konnten wir bislang nicht beobachten.

## **Fokussieren des Scanners Epson V850 Pro, allgemein**

Aufsicht-Scan:	Auflegen direkt auf das Vorlagenglas. Keine Fokussierung erforderlich.
Durchlicht-Scan Filmstreifen:	Filmstreifen in Halterung legen. Bei unterschiedlichen Höheneinstellungen als TIFF-Datei scannen und in der 100%-Ansicht vergleichen. Optimalen Abstand notieren und immer verwenden. Einmaliger Vorgang.
Durchlicht-Scan gerahmte Dias:	Dias in Halterung legen. Bei unterschiedlichen Höheneinstellungen als TIFF-Datei scannen und in der 100%-Ansicht vergleichen. Optimalen Abstand notieren und immer verwenden. Vorgang für jeden Rahmentyp wiederholen, dann aber jeweils einmaliger Aufwand.  (Zur Fokussierung und Benutzung des sogenannten Resolution-Target siehe auch nächsten Abschnitt)
Hinweis I:	Die maximale ‚optische‘ Auflösung von 6400ppi (Film) bzw. 4800ppi (Papierbild) nicht überschreiten.
Hinweis II:	Die Abbildungsschärfe kann in gewissem Umfang auch durch Einstellungen in SilverFast beeinflusst werden.

## 2.3 Aspekte zur Bestimmung der nutzbaren Auflösung eines Scanners: Anwendung eines Resolution-Target für Dias

Der Aufbau eines Scanners ist eine hochkomplizierte Kombination von optischen, elektronischen und mechanischen Bauteilen. Dies führt dazu, dass bei der höchsten Auflösung nicht gleichzeitig auch die größte Bildschärfe erreicht wird. Überhaupt besteht bei einem Scanner zwischen Auflösung und erreichbarer Abbildungsschärfe kein direkter linearer Zusammenhang.

Letztlich kann man sich die Verhältnisse so vorstellen, wie sie auch beim Fotografieren sind. Die Auflösung des Sensors im Fotoapparat lässt sich nur dann vollständig nutzen, wenn die Auflösung des verwendeten Objektivs gleich oder größer ist als die Auflösung des Sensors. Ist die Auflösung des Objektivs kleiner, so kann auch ein noch so fein auflösender Sensor nicht mehr zeigen, als das Objektiv abbildet! Diese Verhältnisse werden einem meistens nicht bewusst, weil digitale Bilder entweder am Bildschirm oder als Ausdruck im Postkartenformat betrachtet werden. In beiden Fällen ist die benötigte Auflösung deutlich geringer, als sie auch von einfachen Objektiven geliefert wird. Erst bei einer entsprechenden Vergrößerung erkennt man dann gegebenenfalls, dass es ab einem gewissen Moment keinen Zugewinn an Details mehr gibt.

Es stellt sich also die Frage, wie hoch die *tatsächliche* Auflösung der Scanner-Optik ist, im Vergleich zur Auflösung des im Scanner verbauten Sensors. Obwohl die Auflösung des Sensors in einem vorgegebenen Rahmen für jeden Scan-Vorgang frei gewählt werden kann, bringen Scans mit einer höheren Auflösung als der *tatsächlichen* optischen keine zusätzlichen Details. Trotzdem können solche Scans sinnvoll sein, weil sich das gescannte Bild dann stärker vergrößern lässt, ohne zusätzliche Pixel softwareseitig ‚erfinden‘ zu müssen; dafür wachsen die Datenmengen exorbitant an.

Die US-Armee hat in den fünfziger Jahren des letzten Jahrhunderts ein sogenanntes **Resolution-Target (USAF1951)** entwickelt, das heute noch vielfältige Verwendung findet. Dieses besteht aus der Abbildung einer Mehrzahl unterschiedlich großer quadratischer Blöcke, die jeweils aus drei schwarzen und zwei weißen und gleichbreiten Linien gebildet werden. Jeder Block kommt zweimal vor, einmal verlaufen die Linien vertikal, das andere mal horizontal. Durch die horizontale und vertikale Ausrichtung der Linien können die möglicherweise unterschiedlichen Eigenschaften des Scanners in der x- und y-Richtung in einem einzigen Scan beurteilt werden. Alle Blöcke sind beschriftet. Für unsere fotografischen Anwendungen werden die Blöcke in 8 Gruppen (0-7) und jede Gruppe wiederum in 6 Elemente (1-6) eingeteilt.

## **Auflösung, Abbildungsschärfe und Detailreichtum**

Im Allgemeinen ist die Vorstellung weit verbreitet, dass mit **zunehmender Auflösung** auch die **Abbildungsschärfe steigt**. Des Weiteren besteht oft die Meinung, dass mit steigender Abbildungsschärfe der **Detailreichtum verbessert wird**.

**Dies gilt aber tatsächlich nur dann, wenn die Auflösung der Optik gleich oder größer ist als die Auflösung des Sensors. Bei einem Scanner ist meistens das Gegenteil der Fall.**

Bei einem **Fotoapparat mit Wechseloptik** kann es noch nachvollziehbar sein, dass mit ‚Auflösung‘ immer diejenige des Sensors gemeint ist und der Einfluss der Objektiv-Auflösung unerwähnt bleibt.

Anders ist es bei einem **Scanner mit seiner fest eingebauten Optik**. Noch unverständlicher wird das Ganze, wenn von **einer ‚optischen‘ Auflösung gesprochen** wird und die **Auflösung des Sensors gemeint** ist. Und das nur, weil ein von der Optik erzeugtes Bild digitalisiert wird, völlig unabhängig davon, ob die Qualität des optischen Bildes der Auflösung des Sensors adäquat ist oder nicht.

Bei den üblichen Scannern ist die (feste) Auflösung der Optik deutlich geringer als die maximale Auflösung des Sensors. Trotz der Wahl einer größeren Auflösung des Scanners (d.h. des Sensors) wird das Bild immer nur in der gleichen Qualität abgespeichert – nämlich in derjenigen, die der Auflösung der Optik entspricht.

Die wahrgenommene **Abbildungsschärfe nimmt** bei zu groß gewählter Auflösung bestenfalls **nicht zu**, eher ab. Dies, weil sich die Unschärfe des optischen Bildes lediglich auf mehr Sensorpixel verteilt.

Wenn aber trotz zunehmender Auflösung des Sensors beim Scannen nicht mehr Details abgebildet werden, **kann auch der Detailreichtum nicht zunehmen**.

Eine **größere Auflösung** des Scanners kann trotzdem eine sinnvolle Wahl sein. Dies gilt zum Beispiel, **wenn ein Bild besonders vergrößert werden soll**. Es hat den Vorteil, dass alle benötigten Pixel bereits beim Scannen zutreffende Farbwerte erhalten haben. Andernfalls müssten diese von der Bildbearbeitungssoftware nachträglich interpoliert werden. Die unvermeidliche Unschärfe wird gegebenenfalls durch einen größeren Betrachtungsabstand ausgeglichen.

Bei der **Verkleinerung eines hochaufgelösten Scans**, z.B. für die Darstellung auf einem Bildschirm oder für die Projektion, wird der Eindruck der Unschärfe gemildert.

Zu einem Resolution-Target gehört eine Vergleichstabelle. In dieser sind die tatsächlichen optischen Auflösungen (in ppi) in Abhängigkeit von Gruppe und Element eingetragen.

Das Resolution-Target wird mit dem zu prüfenden Gerät reproduziert. Es wird dann derjenige Block bestimmt, in welchem die Linien gerade noch erkannt werden können (eventuell horizontal und vertikal getrennt). Dazu ist das Scan-Ergebnis auf einem Bildschirm in der 100%-Ansicht zu betrachten. In der Vergleichstabelle kann dann die zugehörige größte tatsächlich nutzbare Auflösung für diese Einstellung des Scanners abgelesen werden. Ein solches Resolution-Target kann von LaserSoft Imaging bezogen werden.

Die Vergleichstabelle ist auch geeignet, um für eine bestimmte vorgegebene tatsächliche Auflösung eine zugehörige Gruppen- und Element-Nummer zu entnehmen. So ergeben sich weitere Anwendungen für das Resolution Target.

Das Resolution-Target kann auf Film oder auf Papier abgebildet sein und so für unterschiedliche Bedingungen benutzt werden.

Für unsere Anwendungen im fotografischen Bereich ist das Scannen von Papierbildern allerdings nicht so kritisch. Diese werden wesentlich weniger stark vergrößert als es für Dias der Fall ist. Daher ist das Scannen von Papiervorlagen wegen deren geometrischer Größe wesentlich weniger anspruchsvoll. Dagegen ist das Scannen von Dias im Kleinbildformat das, was man ‚die Hohe Schule‘ nennen könnte. Wir beschränken uns daher bei der Anwendung des Resolution-Targets auf die Version in Form eines Dias.

Da unser Resolution-Target also ein (gerahmtes) Dia ist, ist seine Anwendung beschränkt auf das Scannen von Durchlicht-Vorlagen, d.h. Film oder Dia. Dies gilt erst recht, wenn für Aufsicht- und Durchlicht-Vorlagen unterschiedliche optische Systeme benutzt werden, wie es beim Epson V850 Pro der Fall ist.

Es ist eine gute Idee, zunächst die Fokussierung mit diesem (und für dieses) Resolution-Target zu optimieren. Dies, weil es dabei nicht um absolute Schärfe, sondern nur um deren relative Veränderung geht.

Das Resolution-Target kann also sowohl in Bezug auf die Auflösung im obigen Sinne als auch für andere Problemstellungen genutzt werden:

- Bestimmung der größten tatsächlich erreichbaren Auflösung
- Bestimmung der tatsächlichen erreichten Auflösung bei Scans mit jeweils unterschiedlicher vorgegebener Auflösung des Sensors
- Bestimmung der optimalen Schärfe-Einstellung bei gewählter Auflösung
- Bestimmung von Schärfe-Unterschieden auf dem Flachbett

Das mag vielleicht etwas verwirrend klingen, die Punkte sind aber nachfolgend erläutert. Im Anhang finden sich die Ergebnisse für unseren Scanner.

## **Resolution-Target: Mögliche Fehlereinflüsse**

Am Ende sollte man noch bedenken, welche Fehlereinflüsse die Anwendung des Resolution-Targets erschweren könnten.

a) Da ist zunächst einmal die notwendige 100%-Ansicht auf dem heimischen Bildschirm. Wenn dieser Bildschirm nicht in der Lage ist, pixel-genau scharf abzubilden, ist das Ergebnis zweifelhaft. Gleiches gilt, wenn Kontrast bzw. Kontrast-Einstellung und Helligkeit des Bildschirms zu gering ist. Das heißt also, dass ein hochwertiger und kalibrierter Bildschirm benutzt werden muss.

b) Die Herstellung des Resolution-Targets muss die Abbildung der kleinsten Blöcke sauber ermöglichen. Über die Problematik von optischer Dichte und maximaler Auflösung von Filmmaterial hatten wir zuvor bereits gesprochen.

c) Schließlich ist auch die Vergleichstabelle kritisch zu sehen. Ursprünglich wurde nicht eine Auflösung in Pixeln sondern in Linienpaaren pro Längeneinheit angegeben. Dazu werden empirische und nicht dimensionsgetreue Formeln verwendet, in die auch Gruppen- und Element-Nummer einfließen. Später wurden aus den so entstandenen Zahlen die heute benutzten und vorliegenden Pixel-Auflösungen in ppi berechnet.

Aus all dem ergibt sich, dass man die in den eigenen Untersuchungen erhaltenen Auflösungen nicht auf die Goldwaage legen sollte, sondern durchaus (auf-)runden darf.

## **2.4 Fokussieren des Scanners Epson V850 Pro für das Resolution-Target**

Wie bereits erwähnt, befindet sich das Resolution-Target auf einem gerahmten Kleinbild-Dia. Es ist also prinzipiell wie bei der Fokussierung eines Kleinbild-Dias vorzugehen. Die Fokussierung gilt indes nur für diesen Rahmentyp.

Die Fokussierung des Resolution-Targets ist Vorbedingung für eine korrekte Anwendung desselben, also z.B. in Hinblick auf die Korrelation von Schärfe und Auflösung.

## **SilverFast: Fokussieren des Scanners Epson V850 Pro für das Resolution-Target**

Vor Beginn der Operation wird SilverFast auf den Ursprungszustand zurückgesetzt, damit nicht irgendwelche Vorgaben für die Bearbeitung des Scans den Vorgang verfälschen.

- 1 Abstandshalter der Vorlagenhalterung für Dias auf Stellung ‚Standard‘.
- 2 Resolution-Target in den zentralen Einschub des Diahalters einlegen und auf dem Vorlagenglas mittig positionieren.
- 3 SilverFast starten für die Ausgabe als ‚48 Bit HDR RAW‘.
- 4 Durchlicht-Scan als Rohdatenscan (s.o.) für z.B. 3600ppi starten, Ausgabe als TIFF-Datei, keine anderen Dienste aktiviert; also z.B. keine Staub/Kratzer-Beseitigung (iSRD), kein Multi-Exposure.
- 5 TIFF-Datei mit SilverFast öffnen, keine Bildbearbeitung. kein Drehen des Bildes.
- 6 Bild auf 100%-Ansicht, Schärfe mit dem Auge beurteilen und zusammen mit der Stellung der Abstandshalter notieren.
- 7 Abstandshalter des Diahalters variieren; solange keine Tendenz erkenntlich, weiter mit (2), sonst weiter mit (8).
- 8 Position des Abstandshalters mit dem (relativ) schärfsten Bild immer für Resolution-Target (im Dia-Rahmen) verwenden.

Die detaillierten Ergebnisse unserer Untersuchungen für Dias finden sich im Anhang (A2, Fokussierung des Scanners für Dias). Über unsere Erkenntnisse bezüglich Filmträgern werden wir berichten, sobald solche vorliegen.

Zur Beschleunigung der Arbeit werden beim Scanner Epson V850 Pro alle Vorlagenhalterungen doppelt mitgeliefert. Wir haben beide Diaträger untersucht, dazu siehe ebenfalls im Anhang (A3, Vergleich der Diaträger a+b).

## **2.5 Bestimmung der größten tatsächlich erreichbaren Auflösung eines Scanners**

Es wird bestimmt, welche maximale (,optische') Auflösung mit dem Scanner tatsächlich genutzt werden kann. Dazu wird das Resolution-Target bei der höchsten ,optischen' Auflösung als TIFF-Datei höchster Qualität gescannt und abgespeichert. Dann wird derjenige Block bestimmt, in dem die schwarzen und weißen Balken mit dem bloßen Auge gerade noch unterschieden werden können (eventuell getrennt für vertikal und horizontal). Dazu ist das Scan-Ergebnis auf einem Bildschirm in der 100%-Ansicht zu betrachten. In der Vergleichstabelle kann dann die zugehörige größte tatsächlich erreichbare Auflösung abgelesen werden.

Umso näher der eingestellte Wert für die Auflösung und der resultierende Tabellenwert zusammenliegen, umso mehr kann die in den technischen Daten des Scanners angegebene maximale ,optische' Auflösung für den Gewinn von Detailreichtum ausgenutzt werden.

Auf jeden Fall ist nicht zu erwarten, dass man bei einer signifikanten Überschreitung des erhaltenen Tabellenwertes mehr Schärfe und Detailreichtum erhält. Trotzdem kann es sinnvoll sein mit höherer Auflösung zu scannen, z.B. wenn großformatig gedruckt werden soll.

Wir hatten schon vorher darauf hingewiesen, dass die digitale maximale Auflösung wegen einem möglichen weiteren Verlust an Schärfe nicht benutzt werden sollte, wenn auf beste Ergebnisse Wert gelegt wird.

Die von uns ermittelten Werte für unseren Scanner sind im Anhang angegeben (A4, Größte tatsächlich erreichbare Auflösung).

## **SilverFast: Bestimmung der größten tatsächlich erreichbaren Auflösung unseres Scanners Epson V850 Pro mit dem Resolution-Target**

Vor Beginn der Operation wird SilverFast auf den Ursprungszustand zurückgesetzt, damit nicht irgendwelche Vorgaben für die Bearbeitung des Scans den Vorgang verfälschen. Die korrekte Fokussierung für das Resolution-Target wurde bereits durchgeführt bzw. eingestellt.

- 1 Resolution-Target in den zentralen Einschub des Diahalters einlegen und auf dem Vorlagenglas mittig positionieren.
- 2 SilverFast starten für die Ausgabe als ‚48 Bit HDR RAW ‘.
- 3 Durchlicht-Scan als Rohdatenscan (s.o.) für 6400ppi starten, Ausgabe als TIFF-Datei, keine anderen Dienste aktiviert; also z.B. keine Staub/Kratzer-Beseitigung (iSRD), kein Multi-Exposure.
- 4 TIFF-Datei mit SilverFast öffnen, keine Bildbearbeitung, kein Drehen des Bildes.
- 5 Bild auf 100%-Ansicht; Block bestimmen, bei dem die schwarzen und weißen Balken mit dem bloßen Auge gerade noch unterschieden werden können.
- 6 Nummer und Gruppenzugehörigkeit dieses Blockes ablesen; nutzbare Auflösung aus der zum Target gehörigen Vergleichstabelle entnehmen.
- 7 Diese nutzbare Auflösung als maximale Auflösung verwenden.

## **2.6 Bestimmung der tatsächlich erreichten Auflösung bei Scans mit jeweils unterschiedlicher vorgegebener Auflösung des Sensors**

Wir hatten bereits gesehen, dass die Abbildungsschärfe nicht unbedingt proportional mit der Auflösung zunimmt. Insbesondere ist die höchste („optische“) Auflösung kein Garant für maximale Schärfe und Detailreichtum. Des Weiteren hatten wir erörtert, dass eine moderate Zurücknahme der maximalen Auflösung die Schärfe steigern kann.

Es stellt sich damit die Frage, bei welcher Auflösung die maximale Schärfe erreicht werden kann.

Zur Beantwortung bestimmen wir für eine Reihe von vorgegebenen Auflösungen die zugehörigen optimalen Auflösungen aus der Vergleichstabelle. Der so gefundene Maximalwert aus der Vergleichstabelle bestimmt den Scan mit der größten Schärfe und den meisten Bilddetails. Somit haben wir die maximal erforderliche Auflösung zur Erzielung der größten Bildschärfe für den betreffenden Scanner gefunden. Dies ist gleichzeitig eine Aussage dazu, wie groß die gescannte Bilddatei sinnvoller Weise sein muss, wenn die maximale Bildschärfe maßgebend ist.

Eine Übertragung dieser Erkenntnisse auf Aufsicht-Scans ist mit Vorsicht zu genießen, wenn unterschiedliche optische Systeme zum Einsatz kommen, wie es z.B. beim Epson V850 Pro der Fall ist.

Auch hier haben wir die von uns ermittelten Werte für unseren Scanner im Anhang angegeben (A5, Tatsächlich erreichte Auflösung bei Scans mit jeweils unterschiedlicher vorgegebener Auflösung des Sensors).

**SilverFast: Bestimmung der tatsächlich erreichten Auflösung bei Scans mit jeweils unterschiedlicher vorgegebener Auflösung des Sensors, für unseren Scanner Epson V850 Pro mit dem Resolution-Target**

Vor Beginn der Operation wird SilverFast auf den Ursprungszustand zurückgesetzt, damit nicht irgendwelche Vorgaben für die Bearbeitung des Scans den Vorgang verfälschen. Die korrekte Fokussierung für das Resolution-Target wurde bereits durchgeführt bzw. eingestellt.

- 1 Resolution-Target in den zentralen Einschub des Diahalters einlegen und auf dem Vorlagenglas mittig positionieren.
- 2 SilverFast starten für die Ausgabe als ,48 Bit HDR RAW `.
- 3 Durchlicht-Scan als Rohdatenscan (s.o.) für die gewählten ,optischen` Auflösungen starten (z.B.1000, 1200, 1400, ..., 4800ppi), Ausgabe als TIFF-Dateien, keine anderen Dienste aktiviert; also z.B. keine Staub/Kratzer-Beseitigung (iSRD), kein Multi-Exposure.
- 4 TIFF-Dateien mit SilverFast öffnen, keine Bildbearbeitung, kein Drehen der Bilder.
- 5 Bilder auf 100%-Ansicht; jeweils Block bestimmen, bei dem die schwarzen und weißen Balken mit dem bloßen Auge gerade noch unterschieden werden können. Jeweils Gruppen- und Element-Nummer suchen und merken.
- 6 In der Vergleichstabelle den jeweiligen Wert für die Auflösung ablesen.
- 7 Die Auflösung, mit der der Scan erstellt wurde, welcher in der Vergleichstabelle den Maximalwert hat, liefert die maximale Schärfe und höchste Detailtreue.

## **2.7 Bestimmung der optimalen Schärfe-Einstellung bei gewählter Auflösung**

Nicht in jedem Fall ist es erforderlich oder erwünscht, mit der höchsten Auflösung zu scannen. Daher stellt sich manchmal die Frage, welche Einstellungen erforderlich sind, wenn bei einer vorgegebenen Auflösung die höchste Schärfe erzielt werden soll. Hierzu geht man den umgekehrten Weg wie zuvor.

Es wird aus der Vergleichstabelle die zu dieser bestimmten Auflösung gehörige Gruppen- und Element-Nummer abgelesen, dieser Block in dem so gescannten Target gesucht und mit dem Schärfe-Werkzeug von SilverFast so scharf wie möglich eingestellt. Die so gefundenen Werte werden dann immer für die betreffende Auflösung verwendet. Ein eventuell erforderliches Nachschärfen kann dann individuell auf dieser Basis geschehen.

Sobald hier ausreichend belastbare Erfahrungen vorliegen, werden wir darüber berichten.

## **SilverFast: Bestimmung der optimalen SchärfEinstellung bei gewählter Auflösung unseres Scanners Epson V850 Pro mit dem Resolution-Target**

Vor Beginn der Operation wird SilverFast auf den Ursprungszustand zurückgesetzt, damit nicht irgendwelche Vorgaben für die Bearbeitung des Scans den Vorgang verfälschen. Die korrekte Fokussierung für das Resolution-Target wurde bereits durchgeführt bzw. eingestellt.

- 1 Resolution-Target in den zentralen Einschub des Diahalters einlegen und auf dem Vorlagenglas mittig positionieren.
- 2 SilverFast starten für die Ausgabe als ‚48 Bit HDR RAW ‘.
- 3 Durchlicht-Scan als Rohdatenscan (s.o.) für die gewählte ‚optische‘ Auflösung starten (z.B.1200ppi), Ausgabe als TIFF-Datei, keine anderen Dienste aktiviert; also z.B. keine Staub/Kratzer-Beseitigung (iSRD), kein Multi-Exposure.
- 4 TIFF-Datei mit SilverFast öffnen, keine Bildbearbeitung, kein Drehen des Bildes.
- 5 In der Vergleichstabelle die Auflösung suchen, die der verwendeten am nächsten kommt. Gruppen-Nummer und Element-Nummer ablesen.
- 6 Bild auf 100%-Ansicht; Block mit dieser Gruppen- und Element-Nummer suchen. Mit dem Schieberegler der SilverFast-Scharfeinstellung diesen Block möglichst scharf einstellen.
- 7 Die SchärfEinstellung für diese Auflösung notieren.
- 8 Die gefundene Wertekombination zukünftig bei dieser Auflösung verwenden. Später eine eventuell erforderliche weitere Scharfstellung auf dieser Basis durchführen.

## 2.8 Bestimmung von möglichen Schärfe-Unterschieden auf dem Flachbett

Es wurde schon erwähnt, dass die Abbildungsschärfe nicht an allen Stellen des Flachbettes gleich sein muss. Um sich hiervon einen Eindruck zu verschaffen, positionieren wir das Resolution-Target sowohl mittig als auch in den vier Ecken des Flachbettes und erzeugen jeweils einen Scan.

Die Auswertung dieser fünf Scans in Bezug auf die gerade noch differenzierbaren Blöcke und deren Gruppen- und Element-Nummern ergibt in der Vergleichstabelle die jeweiligen maximalen Auflösungen. Höhere Auflösungswerte zeigen Positionen mit höherer Schärfe und Detailtreue, kleinere Auflösungswerte dagegen Stellen mit geringerer Schärfe an. Hierzu siehe auch im Anhang (A6, Mögliche Schärfe-Unterschiede auf dem Flachbett).

### **SilverFast: Position eines einzelnen Dias im Diahalter auf dem Flachbett des Scanners Epson V850 Pro**

Hinweis I: Bei einem Flachbettscanner – wie auch bei einem Kopierer – wird die Vorlage mit der Ansichtsseite auf das Vorlagenglas gelegt. Dies führt bei der Bezeichnung der Ecken leicht zur Verwirrung, weil ‚links‘ und ‚rechts‘ vertauscht zu sein scheinen. ‚Unten‘ und ‚oben‘ bleibt jedoch erhalten.

Hinweis II: Das Dia wird in den Vorlagenträger so eingelegt, dass man es ‚von links‘ sieht. Es ist nun bereits in der richtigen Ausrichtung in Bezug auf das Vorlagenglas. Der Diaträger wird dann lediglich in dieser Position auf das Vorlagenglas gelegt. ‚Oben‘ und ‚unten‘ bleiben unverändert.

Hinweis III: Ein auf dem Diaträger rechts eingelegtes Dia kommt demnach auch auf dem Vorlagenglas rechts zu liegen. In der allgemeinen Logik des Scans ist dies aber die linke Seite. Für ein links eingelegtes Dia gilt das Umgekehrte.

Hinweis IV: SilverFast erkennt das einzelne Dia auf dem Vorlagenträger und führt genau für dieses Dia einen Scan durch. Dem Scan ist also die Position des Dias auf dem Träger nicht anzusehen. Das Dia wird zwar automatisch nummeriert, aber die Nummerierung ist bei einem Einzeldia unabhängig von der Position auf dem Vorlagenträger (immer ‚1‘). Wenn die Position des Dias von Bedeutung ist, ist es also eine gute Idee, diese Position händisch in den Dateinamen eines jeden Scans einzutragen (z.B. LiO, LiU, ReO, ReU und Mitt).

Hinweis V: Der Diaträger hat mittig zwei Positionen zur Auswahl. Die gewählte Position immer beibehalten. Alternativ beide Positionen auswerten (MiO, MiU).

## **SilverFast: Bestimmung von Schärfe-Unterschieden auf dem Flachbett für unseren Scanner Epson V850 Pro mit dem Resolution-Target**

Vor Beginn der Operation wird SilverFast auf den Ursprungszustand zurückgesetzt, damit nicht irgendwelche Vorgaben für die Bearbeitung des Scans den Vorgang verfälschen. Die korrekte Fokussierung für das Resolution-Target wurde bereits durchgeführt bzw. eingestellt.

- 1 Resolution-Target nacheinander in den zentralen Einschub des Diahalters und in die Einschübe an den vier Außenecken einlegen und auf dem Vorlagenglas positionieren.
- 2 SilverFast starten für die Ausgabe als ‚48 Bit HDR RAW ‘.
- 3 Durchlicht-Scan als Rohdatenscan (s.o.) für die fünf gewählten Positionen auf dem Diahalter durchführen; maximale ‚optische‘ Auflösung (6400ppi); Ausgabe als TIFF-Dateien, keine anderen Dienste aktiviert; also z.B. keine Staub/Kratzer-Beseitigung (iSRD), kein Multi-Exposure.
- 4 TIFF-Dateien mit SilverFast öffnen, keine Bildbearbeitung, kein Drehen der Bilder.
- 5 Bilder auf 100%-Ansicht; jeweils Block bestimmen, bei dem die schwarzen und weißen Balken mit dem bloßen Auge gerade noch unterschieden werden können. Jeweils Gruppen- und Element-Nummer suchen und merken.
- 6 In der Vergleichstabelle die jeweiligen Werte für die Auflösung ablesen.
- 7 Höhere Auflösungswerte zeigen Positionen mit höherer Schärfe und Detailtreue an, kleinere Auflösungswerte zeigen Stellen mit geringerer Schärfe an.

## 2.9 Zusammenfassung und kritische Wertung

Unsere im vorliegenden Abschnitt dargestellten Untersuchungen haben sich im Wesentlichen mit der Anwendung des Resolution-Target für das Scannen von Dias bezogen. Das Scannen von Dias ist einerseits eines unserer hauptsächlichsten Anwendungen. Andererseits ist das Scannen von Papierbildern bedeutend unkritischer, weil Papierbilder in der späteren Präsentation viel weniger vergrößert werden müssen als dies bei Dias der Fall ist. Nachfolgende Ausführungen stellen also unsere Erkenntnisse in Bezug auf das Scannen von Dias mit dem Scanner Epson V850 Pro bei Anwendung der Scan-Software SilverFast dar. Eine Übertragung auf das Scannen von Filmen sollte bedingt möglich sein, da dieselbe Optik verwendet wird, eigene Erfahrungen liegen aber noch nicht vor. Eine Übertragung auf das Scannen von Papierbildern ist weniger gut möglich, da unterschiedliche Optiken angewendet werden.

Nachfolgend also einige auf unseren Untersuchungen basierende Hinweise zum Scannen von Dias.

Bezüglich des **Fokussierens von Dias** und verwandter Themen lässt sich sagen, dass die Standardeinstellung des Diaträgers in den allermeisten Fällen die richtige Wahl darstellt. Dies gilt insbesondere für Rahmendicken zwischen 1,8mm und 2,5mm. Bei dickeren Diarahmen, also z.B. 3mm, sollte der Diaträger um eine Stufe abgesenkt werden (d.h. unterste Einstellung). Die beiden mitgelieferten Diaträger sind geometrisch identisch.

**Unterschiedliche Schärfen** in den äußeren Ecken und in der Mitte **des Flachbettes** konnten nicht beobachtet werden. Damit ist nicht zu erwarten, dass das Scan-Ergebnis auch von der Position des einzelnen Dias im Halter abhängig sein könnte.

Die **Vorlagenhalterung für Dias** hat in der Mitte keine Unterstützung. Da aber die Verwendung verglaster Dias aus technischen Gründen nicht zu empfehlen ist, muss dies nicht unbedingt ein Nachteil sein. Die bei unverglaster Rahmung üblichen Plastikrahmen sind in jedem Falle so leicht, dass ein signifikantes Durchhängen des Diaträgers kaum zu erwarten ist.

Entsprechend der Anwendung des **Resolution-Targets** beträgt die **größte tatsächlich erreichbare Auflösung** eines zu scannenden Dias **2900ppi** und beschreibt die Auflösung der Optik des Scanners. Dies entspricht unter der Berücksichtigung des wirklich sichtbaren Bereiches eines gerahmten Dias einer **Scangröße von ca. 10,6MP**. Dies ist zwar kein berauschender Wert, reicht aber für HD-TV und auch für 4K aus. Sollen bei einer **HDAV** einige **Zooms** und **Schwenks** durchgeführt werden, kann es trotzdem sinnvoll sein, zum Scannen eine größere Auflösung des Sensors zu wählen. Dies ist aber im Einzelfall zu überprüfen. Oft sind schon die historischen Dias nicht scharf genug für solche Operationen. **Soll groß gedruckt werden**, ist für das Scannen eventuell ebenso eine größere Auflösung zu verwenden. Dabei werden zwar nicht mehr Details erfasst, sondern nur die Unschärfen vergrößert dargestellt. Allerdings werden auf diese Weise mehr Pixel in der

richtigen Farbe gespeichert. Bei der Betrachtung gewinnt ein solcher Druck seine Schärfe durch den größeren Betrachtungsabstand.

Abgesehen von Auflösungen in der Größe von 1600ppi und geringer, ist die **Auflösung in horizontaler Richtung (x) größer als in vertikaler Richtung (y)**. Der Unterschied beträgt zwischen 11% bei der tatsächlich erreichbaren Auflösung (der Optik) und 21% bei der maximalen Auflösung des Sensors. In den technischen Daten werden für x und y gleiche Werte angegeben. Ob dies der Einfluss der Sensortechnik oder der Optik ist, können wir nicht beurteilen. Für unsere Bewertungen haben wir uns an dem größeren Wert (x) orientiert, obwohl das nicht zwingend ist.

Unsere Untersuchungen haben außerdem gezeigt, dass ein Scan mit der ‚größten tatsächlich erreichbaren Auflösung‘ diese zu erwartende Detailschärfe nicht erreicht. Wir sehen hierin eine grundsätzliche **Schwäche des Resolution-Targets** und eventuell auch seiner empirischen Komponenten. Nicht ohne Grund wird es von seinem Urheber (US-Army) nicht mehr verwendet und ist von diesem durch andere Verfahren ersetzt worden. Zumindest legt dies nahe, dass man an den so erhaltenen Ergebnissen nicht zu sehr kleben sollte.

Auf der anderen Seite ist es aber doch so, dass bei **weiter steigender Auflösung** - bis hin zum Höchstwert - die Detailabbildung erhalten bleibt, ja sogar in der horizontalen Richtung noch leicht ansteigt. Dies gilt ebenso beim Übergang auf die maximale digitale Auflösung. Auch die höchsten Auflösungen führen also durchaus zu brauchbaren Ergebnissen. Dies insbesondere, wenn man sich bewusst ist, dass höhere Auflösung hier nicht identisch mit höherer Detailabbildung ist, sondern lediglich eine bessere Vergrößerungsfähigkeit bei der Wiedergabe bedeutet.

Für die **Archivierung** ist die Auflösung entsprechend dem späteren anspruchsvollsten Gebrauch zu wählen. Dabei kann es eine gute Idee sein, für **Dias** standardmäßig mit einer Mindestauflösung von 2900ppi oder 3200ppi zu scannen und bei einem möglichen späteren Bedarf einzelne Scans mit einer geeigneten höheren Auflösung zu wiederholen. Nicht so empfehlenswert ist es dagegen, alle Dias mit Webauflösung zu scannen, weil man augenblicklich nur diese Auflösung benötigt. Garantiert gibt es später jede Menge anspruchsvollere Anwendungen, so dass alles erneut gescannt werden muss.

Das **Scannen** ist trotz aller technischen Hilfsmittel eine sehr zeitaufwendige Angelegenheit. Es will also vor Beginn der Arbeiten alles wohl überlegt sein, um spätere Enttäuschungen zu vermeiden. Des Weiteren stehen die fotografischen Originale ab einem bestimmten Zeitpunkt nicht mehr zur Verfügung, so dass die Scans nun **zu den neuen Originalen** werden.

Weitere Aspekte zur Wahl der Parameter zum Scannen werden an späterer Stelle diskutiert (Abschnitt 3).

## 2.10 Literatur

- [1] Tally, Taz: SilverFast, The Official Guide. Sybex, Wiley-Verlag, 2003
- [2] Benutzerhandbuch: Nikon Super CoolScan 5000 ED. Nikon, 2005
- [3] Benutzerhandbuch: Epson Perfection V850 Pro, Epson, 2016-2021
- [4] Zahorsky, Karl-Heinz: SilverFast Ai Studio 8 – Manual.  
LaserSoft Imaging AG, Kiel, 2016-2020
- [5] Zahorsky, Karl-Heinz: SilverFast HDR Studio 8 – Manual.  
LaserSoft Imaging AG, Kiel, 2016-2020
- [6] Zahorsky, Karl-Heinz: Das SilverFast Resolution-Target (USAF 1951). [www.SilverFast.de/sf/Resolution-Target](http://www.SilverFast.de/sf/Resolution-Target),  
LaserSoft Imaging AG, Kiel, 2016-2020

## **ANHANG**

### **A Messergebnisse für das Scannen von Dias und einige Schlussfolgerungen aus der Anwendung des Resolution Target für Dias (Scanner Epson V850 Pro und Software SilverFast Ai 8)**

#### **A1 Auflösungen für Epson V850 Pro in SilverFast**

##### **a) SilverFast: Voreingestellte Auflösungen**

[...] digitale Auflösung, sonst ‚optische‘ Auflösung

##### **Durchlicht-Scan [ppi]**

150 - 200 - 216 - 240 - 266 - 300 - 320 - 350 - 360 - 400 - 480 -  
600 - 720 - 800 - 900 - 1200 - 1600 - 1800 - 2400 - 3200 - 4800 -  
6400 - [12800]

Kleinbild-Format (48Bit HDR RAW)

2400ppi -> 41,6MB  
3200ppi -> 82,6MB  
4800ppi -> 175,0MB  
6400ppi -> 304,5MB  
12800ppi -> 1,16GB

6x9 Rollfilm 48Bit HDR RAW

##### **Zum Vergleich: Aufsicht-Scan [ppi]**

100 - 120 - 133 - 144 - 150 - 160 - 175 - 180 - 200 - 216 - 240 - 266 -  
300 -- 320 - 350 - 360 - 400 - 480 - 600 - 720 - 800 - 900 - 1200 -  
1600 - 1800 - 2400 - 3200 - 4800 - [9600]

A4-Format

100ppi -> 5,2MB  
200ppi -> 20,7MB  
300ppi -> 46,5MB  
600ppi -> 194,6MB  
1200ppi -> 752,7MB  
1600ppi -> 1,30GB  
1800ppi -> 1,64GB

### b) SilverFast: Einstellbare Auflösungen

Es können von 25ppi bis zum jeweiligen Maximalwert alle Auflösungen in Schritten von 1ppi eingestellt werden.

### c) Silverfast: Hinweis

Es werden für den Scan nur Dateigrößen bis 4GB unterstützt.

## A2 Fokussierung des Scanners für Dias

### Resolution-Target (Dia): Epson V850 Pro / SilverFast

Auflösung, gewählt 4800ppi

Höhen-Verst.	Höhe [mm]		Dateiname	Gruppe/Element		Auflösung [ppi]	
	Höhe	Halt. Film		vertB	horiB	vertB	horiB
+3	+1,5	+2,5	4800#+3	5/5	5/3	2580	2048
+2	+1,0	+2,0	4800#+2	5/6-	5/4-	2896-	2299-
+1	+0,5	+1,5	4800#+1	5/6	5/4	2896	2299
0	0	+1	4800#0	5/6	5/4	2896	2299
-1	-0,5	+0,5	4800#-1	5/6	5/4	2896	2299

vertB: Block mit vertikalen Balken  
(misst horizontale Auflösung, d.h. in x-Richtung)

horiB: Block mit horizontalen Balken  
(misst vertikale Auflösung, d.h. in y-Richtung)

Der Höhenunterschied zwischen den einzelnen Rasterungen beträgt 0,50mm.

Das Resolution-Target ist in einem Gepe-Diarahmen mit 2mm Stärke gerahmt; die Filmebene befindet sich also jeweils um 1mm oberhalb des Trägers.

- Ergebnis:
- (1) Standard-Höheneinstellung 0 ist optimal
  - (2) Es ist ausreichend Schärfentiefe vorhanden, um diese Einstellung (0) auch für andere Rahmendicken in guter Näherung zu verwenden.
  - (3) Bei sehr dicken Rahmen kann vielleicht sogar auf -1 gegangen werden.

### Vergleich verschiedener Rahmendicken

Höhen- Verst.	Höhe der Halte- rung [mm]	Lage der Filmebene								Gruppe/Element vertB horiB	
		Revue w/g 3,0mm (1,5) [mm]	N.N. g/g 2,7mm (1,35) [mm]	N.N. 2,4mm (1,2) [mm]	Gepe w 2,0mm (1,0) [mm]	Agfa CS s/w 1,8mm (0,9) [mm]	N.N. 1,5mm (0,75) [mm]	N.N. 1,3mm (0,65) [mm]	Kodak Pappe 1,1mm (0,55) [mm]	(bezogen auf Gepe)	
+3	+1,5	+3,0	+2,85	+2,7	+2,5	+2,4	+2,25	+2,15	+2,05	5/5---	5/3---
+2	+1,0	+2,5	+2,35	+2,2	+2,0	+1,9	+1,75	+1,65	+1,55	5/6-	5/4-
+1	+0,5	+2,0	+1,85	+1,7	+1,5	+1,4	+1,25**	+1,15**	+1,05**	5/6	5/4
0	0	+1,5	+1,35	+1,2**	+1,0**	+0,9**	+0,75**	+0,65	+0,55	5/6	5/4
-1	-0,5	+1,0**	+0,85**	+0,7	+0,5	+0,4	+0,25	+0,15	+0,05	5/6	5/4

(\*\*) optimale Lage der Filmebene

### A3 Vergleich der Diaträger a+b

**Resolution-Target (Dia): Epson V850 Pro / SilverFast**

Auflösung, gewählt 4800ppi

Höhen-Verst.	Dateiname	Gruppe/Element		Auflösung [ppi]	
		vertB	horiB	vertB	horiB

-----  
Dia-Träger (a)

+3	4800#+3	5/5	5/3	2580	2048
+2	4800#+2	5/6-	5/4-	2896-	2299-
+1	4800#+1	5/6	5/4	2896	2299
0	4800#0	5/6	5/4	2896	2299
-1	4800#-1	5/6	5/4	2896	2299

Dia-Träger (b)

+3	4800#+3#b	5/5	5/3	2580	2048
+2	4800#+2#b	5/6-	5/4-	2896-	2299-
+1	4800#+1#b	5/6	5/4	2896	2299
0	4800#0#b	5/6	5/4	2896	2299
-1	4800#-1#b	5/6	5/4	2896	2299

vertB: Block mit vertikalen Balken

(misst horizontale Auflösung, d.h. in x-Richtung)

horiB: Block mit horizontalen Balken

(misst vertikale Auflösung, d.h. in y-Richtung)

Ergebnis: (1) Rahmen (a) und Rahmen (b) sind in den Höheneinstellungen identisch gleich.

Erläuterung:

Es werden zwei technisch gleiche Diaträger mitgeliefert, um eine flüssigere Arbeit zu ermöglichen.

## A4 Größte tatsächlich erreichbare Auflösung

**Resolution-Target (Dia): Epson V850 Pro / SilverFast**

Maximale ‚optische‘ Auflösung lt. Datenblatt: 6400ppi

Höhen- Verst.	Dateiname	Gruppe/Element		Auflösung [ppi]	
		vertB	horiB	vertB	horiB
+1	6400#+1	5/6	5/4	2896	2299
0	6400#0	5/6	5/4	2896	2299
0	6400#0#Hochf	5/4	5/6	2299	2896

Zum Vergleich: 12800ppi (maximale digitale Auflösung lt. Datenblatt)

0	12800#0	5/6	5/4	2896	2299
---	---------	-----	-----	------	------

vertB: Block mit vertikalen Balken

(misst horizontale Auflösung, d.h. in x-Richtung)

horiB: Block mit horizontalen Balken

(misst vertikale Auflösung, d.h. in y-Richtung)

- Ergebnis:
- (1) Die Schärfe-Unterschied v/h liegt nicht am Resolution-Target sondern am Scanner!
  - (2) Die größte tatsächlich erreichbare Auflösung beträgt 2896ppi. Diese tritt in horizontaler Richtung auf, also im Querformat als vertB.
  - (3) Dieser Wert von 2896ppi ist die tatsächlich erreichbare größte Auflösung der Scanner-Optik.
  - (4) Gerundet ist dies 3000ppi.
  - (5) Die ‚Maximale optische Auflösung lt. Datenblatt‘ von 6400ppi ist also lediglich die Zahl der Pixel auf der linearen Scan-Einheit.
  - (6) Beim Übergang von der maximalen ‚optischen‘ zur maximalen digitalen Auflösung ändern sich die gerade noch erkennbaren Blöcke nicht. Es kommt also zu keinem Zusammenbruch der Abbildungsfähigkeit durch die softwaremäßige Einfügung von weiteren Pixeln.

Zur weiteren Bewertung siehe auch: A6) Auflösung mit der größten Bildschärfe bei geringstem Speicherbedarf.

## A5 Tatsächlich erreichte Auflösung bei Scans mit jeweils unterschiedlicher vorgegebener Auflösung des Sensors

**Resolution-Target (Dia): Epson V850 Pro / SilverFast**

Größte mögliche ‚optische‘ Auflösung: 6400ppi

Höhen-Verst.	Vorgabe Auflösung [ppi]	Gruppe/Element vertB	horiB	Auflösung vertB [ppi]	horiB [ppi]	Pixel (KI-Bild) [MP]	Datei (48bit) [MB]
0	400ppi	3/3	3/3	512	512	0,20	1,48
0	480ppi	3/4	3/4	575	575	0,29	1,98
0	600ppi	3/6	3/6	724	724	0,45	2,90
0	720ppi	3/6	3/6	724	724	0,65	4,03
0	800ppi	4/1	4/1	813	813	0,80	4,90
0	900ppi	4/2	4/2	912	912	1,0	6,11
0	1200ppi	4/4	4/4	1149	1149	1,8	10,6
0	1600ppi	4/6	4/6	1448	1448*	3,2	18,5
0	1800ppi	5/3	5/2	2048	1825	4,1	23,4
0	2400ppi	5/4	5/3	2299	2048	7,2	41,3
0	2900ppi	5/5	5/4	2580	2299#	10,6	69,6
0	3200ppi	5/5	5/4	2580	2299**	12,8	82,0
0	3600ppi	5/5	5/4	2580	2299***	16,3	102
0	4000ppi	5/5	5/4	2580	2299***	20,0	123
0	4400ppi	5/6	5/4	2896	2299	24,3	147
0	4800ppi	5/6	5/4	2896	2299	28,6	172
0	6400ppi	5/6	5/4	2896	2299****	51,2	301
0	12800ppi	5/6	5/4	2896	2299*****	206,0	1,15 GB

vertB: Block mit vertikalen Balken  
(misst horizontale Auflösung, d.h. in x-Richtung)

horiB: Block mit horizontalen Balken  
(misst vertikale Auflösung, d.h. in y-Richtung)

(\*) Höchste Auflösung mit vertB=horiB;  
Display, Projektor: Nur für HD-TV Format geeignet (kein Zoom, kein Schwenk); bei 4K nicht zu verwenden.  
Druck: NICHT geeignet (vielleicht Postkartenformat).

(#) Empfohlene Auflösung entsprechend Scan mit maximaler ‚optischer‘ Auflösung, d.h. Auflösung mit der größten Bildschärfe bei geringstem Speicherplatz;  
Display, Projektor: Gut für HD-TV Format (Zoom möglich, Schwenk möglich); 4K möglich (kein Zoom oder Schwenk).  
Druck: Geeignet (bis A3?).

- (\*\*) Mittlerer Wert für gute Leistung; beste Wahl für die Archivierung umfangreicher Diabestände  
Display, Projektor: Gut für HD-TV Format (Zoom, Schwenk);  
4K möglich.  
Druck: Geeignet (bis A3+?).
- (\*\*\*) Gute Wahl für Archivierung von Dias, mit Reserve für Zoom bei HDAV.  
Display, Projektor: Sehr gut für HD-TV Format (Zoom, Schwenk);  
4K gut geeignet.  
Druck: Gut (bis A2?).
- (\*\*\*\*) Höchste ‚optische‘ Auflösung; für Archivierung nur in Ausnahmen geeignet, wegen des großen Bedarfes an Speicherplatz.  
Die Auflösung ist deutlich größer als die des Films.  
Es werden also nur die Unschärfen des Films vergrößert.  
Display, Projektor: Kaum eine Anwendung.  
Druck: Für extreme Vergrößerung.
- (\*\*\*\*\*) Höchste digitale Auflösung (Bewertung wie zuvor).
- Ergebnis:
- (1) Bis zur Auflösung von 1600ppi sind vertikale und horizontale Schärfe gleich. Bei höheren Auflösungen bleibt die vertikale Schärfe etwas hinter der horizontalen zurück.
  - (2) Ab einer Auflösung von 2900ppi erreicht der Scanner gute Werte, die sich bis zur maximalen ‚optischen‘ Auflösung relativ sogar noch etwas steigern.  
In absoluten Werten gesprochen, verdoppelt sich die Vergrößerungsfähigkeit bis zum Erreichen der höchsten ‚optischen‘ Auflösung, ohne dass die Schärfe zunimmt.  
Bei der maximalen digitalen Auflösung vervierfacht sie sich sogar, verglichen mit 2900ppi.
  - (3) Die Auflösungen größer als 2900ppi sind für große Drucke vorteilhaft, wenn diese aus entsprechender Entfernung betrachtet werden sollen. Ähnliches gilt für Fahr- und Zoom-Techniken bei Audio-Visuellen Präsentationen.
  - (4) Für die Archivierung ist die Auflösung entsprechend dem späteren anspruchsvollsten Gebrauch zu wählen.

## A6 Mögliche Schärfe-Unterschiede auf dem Flachbett

### Resolution-Target (Dia): Epson V850 Pro / SilverFast

Auflösung, gewählt 6400ppi

Höhen- Verst.	Dateiname	Gruppe/Element		Auflösung [ppi]	
		vertB	horiB	vertB	horiB
0	6400#0#LiO	5/6	5/4	2896	2299
0	6400#0#LiU	5/6	5/4	2896	2299
0	6400#0#MiO	5/6	5/4	2896	2299
0	6400#0#ReO	5/6	5/4	2896	2299
0	6400#0#ReU	5/6	5/4	2896	2299

Alternativ: Auflösung, gewählt 3600ppi

Höhen- Verst.	Dateiname	Gruppe/Element		Auflösung [ppi]	
		vertB	horiB	vertB	horiB
0	3600#0#LiO	5/5	5/4	2580	2299
0	3600#0#LiU	5/5	5/4	2580	2299
0	3600#0#MiO	5/5	5/4	2580	2299
0	3600#0#ReO	5/5	5/4	2580	2299
0	3600#0#ReU	5/5	5/4	2580	2299

vertB: Block mit vertikalen Balken

(misst horizontale Auflösung, d.h. in x-Richtung)

horiB: Block mit horizontalen Balken

(misst vertikale Auflösung, d.h. in y-Richtung)

- Ergebnis:
- (1) Standard-Höheneinstellung 0 ist optimal
  - (2) Ein Schärfe-Unterschied zwischen den Ecken und der Mitte des Flachbettes ist nicht festzustellen
  - (3) Auch in der Abhängigkeit von der gewählten Auflösung treten keine Schärfe-Unterschiede im Flachbett auf