

Schwarzweiß-Filme und die Schwarzweiß-Negativentwicklung

I. Filmmaterial

Einer der Reize der Schwarzweiß-Fotografie liegt in der Möglichkeit der Selbstverarbeitung. Die ist gar nicht kompliziert und man ist damit in der Lage durch die Wahl von Entwickler, Temperatur und Entwicklungszeit die Filmqualität maximal auszureizen. Damit die Ergebnisse nachvollziehbar sind, sollte man sich persönliche Standards erarbeiten. Wer die Eigenschaften der von ihm verwendeten Materialien kennt, kommt zu exakt wiederholbaren und genau vorhersagbaren Ergebnissen. Meine Empfehlung ist, sich auf zwei Filmtypen für Schwarzweiß und zwei Filmtypen für Farbe zu spezialisieren. Analog-Foto-Anfängern gibt das Sicherheit und Silberhalogenid-Nerds eine nicht zu unterschätzende Bequemlichkeit. Derzeit - im Frühjahr 2023 - bin ich auf folgende Filmtypen eingearbeitet:

- Der **Kodak T-Max 400** ist mein Standard-Film für die Selbstverarbeitung. Ich habe mich für den Wehner-Entwickler entschieden, weil ich mir wiederkehrende Tests ersparen wollte. Die Kombination T-Max 400 II und Wehner-Entwickler ist gleichermaßen für Kleinbild- wie für Rollfilm geeignet und ein selten geglückter Kompromiss aus feinem Korn, hoher Schärfe und optimiertem Kontrastverlauf.
- Der **Ilford XP2Super** ist ein chromogener Schwarzweiß-Film und benötigt eine Entwicklung im C41-Farbprozess. Belichtet auf ISO400 hat er eine sehr gute Auflösung, feines Korn und sehr gute Tonwert. Er ist der ideale Film, wenn man die Negative einscannen möchte, denn automatische Staub- und Kratzerentfernung durch den Scanner bzw. dessen Software ist bei diesem Film möglich. Der XP2Super ist die bequemste Art ohne Selbstverarbeitung zu hervorragenden Schwarzweiß-Negativen zu kommen. Wenn es sein muss, ist der Prozess C41 aber auch zuhause machbar, sogar ohne eine Jobo, wenn man die nicht hat. Der Hersteller Tetenal bietet einen bequemen C41-kompatiblen 3-Bad-Prozess für die Selbstverarbeitung an, den man ruhig einmal ausprobieren sollte, so lange er noch lieferbar ist.

Nachdem die Welt bekanntlichermaßen nicht nur aus Schwarzweiß-Abstufungen sondern auch aus Farben besteht, habe ich mich für jene seltenen Gelegenheiten, in denen ein Farbfilm in die Kamera kommt, auf zwei leicht verfügbare Farbnegativ-Filme eingearbeitet:

- Den **Fujicolor PRO400H** setze ich als meinen bevorzugten Farbnegativfilm ein, so lange es ihn noch gibt oder so lange ich noch einen Vorrat habe. So viel ich weiß hat er eine vierte Farbschicht ähnlich dem Fujifilm Superia XTRA, kann auf die Nennempfindlichkeit von ISO 400 belichtet werden und liefert feines Korn samt bester Farbwiedergabe.
- Der **Kodak Portra 400** ist die Alternative zum Fujicolor und wird den PRO400H ersetzen, wenn meine Vorräte am Fujifilm-Material zu Ende gegangen sind. Der Portra 400 bringt meiner Meinung nach die beste Leistung bei ISO 200 oder ISO320 mit super feinkörnigen Ergebnissen und schönen neutralen Farbtönen.

Warum ich ISO-400-Filme bevorzuge ist einfach erklärt. Die Filme mit einer Empfindlichkeit von ISO 400 haben eine so gute Qualität, dass bei Kleinbild (24x36) Vergrößerungen bis 30x40cm ohne Einschränkungen machbar sind. Mittelformatkameras mit ihren großen Aufnahmeformaten bieten heute den Luxus mit höherempfindlichen Filmen aufnehmen zu können ohne viel Auflösung und Schärfe zu verspielen. Das große Mittelformat 6x9cm kann über fünf Mal so viele Informationen speichern wie ein Kleinbildnegativ 24x36mm, 6x6cm aus meiner Rolleicord immerhin noch über drei Mal so viele. Da spielt das geringfügig gröbere Korn eines ISO-400-Filmes für mich keine große Rolle. Ein weiterer Vorteil ist, dass die größeren Mittelformatkameras mit ihren langsameren Objektiven mit einem höherempfindlichen Film beweglicher und praxistauglicher werden. Fotos aus der Hand gelingen damit einfach besser.

II. Geräte für die Schwarzweiß-Negativentwicklung

Wer seine Schwarzweiß-Negative selbst entwickeln möchte, braucht nur ein paar Utensilien, die man leicht bekommt:

- eine Dunkelkammer oder einen Wechselsack (von Kaiser oder Paterson)
- eine Entwicklerdose am besten für zwei Filme (z.B. Paterson Super System 4 oder Jobo 1500)
- zwei Messbecher mit 100 ml und 500 ml Kapazität
- ein genaues Thermometer mit einem Messbereich zwischen 10 und 30° C
- Filmklipse oder Wäscheklammern zum Aufhängen des entwickelten und gewässerten Films
- eine Wäscheleine in einer staubfreien Ecke zum Filmaufhängen und trocknen
- eine Küchen-Stoppuhr oder einen anderen Zeitmesser für maximal 60 Minuten
- drei Plastikflaschen für den Ansatz von Entwickler, Stoppbad und Fixierbad
- einen größeren Behälter, z.B. rechteckigen Kübel zur Temperierung der Chemie
- einen Putzlappen und eine Küchenrolle
- Gummihandschuhe

III. Schwarzweiß-Negativ-Chemie

Die Chemie bei der Schwarzweiß-Filmentwicklung beschränkt sich auf nur vier Komponenten:

- Entwickler: nach Jahren mit Rodinal und T-Max-Entwickler bei mir der Wehner-Entwickler
- Stoppbad in Form von 3%iger Essigsäure
- Fixierbad: da vertraue ich auf den Ilford Rapid Fixer für Film und Papier
- Netzmittel: Fujifilm CN-16N4 Superstabilisator ersetzt bei mir das übliche Ilford Ifotol

IV. Die fünfzehn Schritte zum perfekt entwickelten Schwarzweiß-Film

Der Ablauf bei der Filmentwicklung für schwarzweißes Filmmaterial ist immer gleich:

1. Chemikalien – Entwickler, Stoppbad und Fixierbad – ansetzen und temperieren
2. Film im Wechselsack oder der Dunkelkammer auf die Entwicklerspirale spulen
3. Entwicklerspirale in die Entwicklerdose geben
4. Entwickler einfüllen und Stoppuhr starten
5. Kippen oder rotieren nach persönlicher Vorliebe oder den Prozess-Erfordernissen
6. Nach Ablauf der Entwicklungszeit den Entwickler zügig ausleeren
7. Stoppbad verwenden – cirka eine Minute reicht völlig, Entwicklerdose permanent bewegen
8. Fixierbad einfüllen und die Entwicklerdose während der ersten Minute dauernd bewegen
9. Die Fixierzeit beträgt zwischen 5 und 10 Minuten, je nach Film und Zustand des Fixierers
10. Der Film ist ausfixiert, wenn er keine rosa Färbung besitzt – das gilt auch für T-Max-Filme
11. Fixierbad gegen die erste Wässerung tauschen, 5 Mal kippen oder 3 Minuten bewegen
12. Zweite Wässerung - 10 Mal kippen oder 4 Minuten bewegen
13. Dritte Wässerung - 15 Mal kippen oder 5 Minuten bewegen
14. Vierte Wässerung – 20 Mal kippen oder 5 Minuten bewegen
15. Netzmittel verwenden – z.B. Ilfotol oder Fujifilm CN-16N4, aber kein Geschirrspülmittel

Der Entwickler sollte so exakt wie möglich temperiert werden, bei mir ist das beim T-Max- oder Wehner-Entwickler 20°C und bei Rodinal 18°C. Stoppbad und Fixierbad dürfen +/- 2°C abweichen und die Wässerung sollte sich im Bereich von +/- 5°C um die Entwicklertemperatur bewegen. Geringere Abweichungen sind besser. Meine Wässerung orientiert sich an der Empfehlung von Ilford mit einer zusätzlichen vierten Wässerung. Damit ist der Film ganz sicher archivfest gewässert und der Wasserverbrauch hält sich in Grenzen.

Zur ewigen Diskussion Stand-/Kippentwicklung versus Rotationsentwicklung möchte ich hier los werden, dass ich Ende der 1980er-Jahre in einem Fachlabor tausende Filme, vorwiegend Kodak T-Max, Ilford FP4 und Ilford HP5, in einer Jobo CPA 2 rotationsentwickelt habe. Niemand von den Profis hat sich damals über mangelnde Kantenschärfe oder ungleichmäßige Entwicklung wegen mangelnder Vorwässerung aufgeregt. Ein ordentliches Kameraobjektiv und eine richtige Belichtung vorausgesetzt, waren schon damals mit einem T-Max 100 Vergrößerungen bis zu 50x70cm vom Kleinbild möglich, wenn auch die Negativentwicklung gestimmt hat. Rotationsentwicklung spart Chemie und schon die Umwelt. Mit Rotationsentwicklung sind wiederholbare Ergebnisse erzielbar. Meistens ist ein „falscher“ oder weniger geeigneter Entwickler bei Kippentwicklung der Negativqualität wesentlich abträglicher als ein „passender“ Entwickler in der Rotationsentwicklung. Die Rotationsentwicklung eliminiert Fehler wegen ungleichmäßiger Bewegung. Die Entwicklungsdose soll man nicht zu schnell drehen oder gar schütteln, sonst wird die Entwicklung zu sehr beschleunigt und eventuell bildet sich Schaum, der dann den Film verdirbt. Entscheidet man sich für die Kippentwicklung, soll man die erste Minute durchgehend aber langsam kippen. Den Rest der Zeit sollte man alle dreißig Sekunden drei bis fünf Mal kippen. Kippentwicklung bedeutet größere Chemiemengen, weil die Filme in den Spiralen während der Standzeiten komplett von der Chemie umspült werden müssen.

Von Standentwicklung ohne Bewegung halte ich persönlich nichts. Um gute Resultate zu erzielen sind lange Entwicklungszeiten teilweise im Stundenbereich notwendig. Die Gelatine im Film ist dafür nicht ausgelegt, nimmt sehr viel Flüssigkeit auf und wird dadurch extrem empfindlich auf mechanische Beschädigung. Ein weiteres Problem kann die Entwicklerchemie werden, die man extrem verdünnen muss. Derartig mager angesetzte Entwickler verlieren sehr schnell ihre Wirksamkeit. Bei Rodinal 1+100 ist nach einer Stunde Schluss und die Lösung ist tot. Ein dritter Punkt, der gegen die extrem langen Entwicklungszeiten spricht ist, dass man nur bei Raumtemperatur entwickeln kann. Ohne Temperiergerät sind von der Raumtemperatur abweichende Werte nur mühsam einzuhalten. Standentwicklung ist nur bei klassischen Schwarzweiß-Filmen sinnvoll, meiner Erfahrung nach ist Rodinal 1+100 mit den Kodak T-Max-Filmen, dem Fujifilm Neopan Acros 100 und wahrscheinlich allen anderen Flachkristallfilmen keine gute Kombination.

Bei der Selbstverarbeitung sind wie schon erwähnt, die persönlichen Standards ganz wichtig. Experimente mit Chemieansatz, Temperatur und Entwicklungszeit sollen ja nur gewollt und nicht zufällig vorgenommen werden. Ein Standard hat noch den Vorteil, dass man sich auf die Vorgangsweise einarbeitet und schon nach wenigen Filmen die Prozedur praktisch im Schlaf beherrscht. Damit werden Fehlerquellen eliminiert, auch wenn man nur alle paar Wochen einen Film entwickelt. Der einfachste Standard ist für jeden Film immer dieselbe Chemie, Entwicklungszeit, Bewegung und Temperatur zu verwenden. Dabei kann man von den Angaben im Datenblatt zum Entwickler oder Erfahrungswerten anderer Fotografen im Internet ausgehen und wenn erforderlich noch eigene Anpassungen vornehmen. Bei mir liegt zum Beispiel die Temperatur der Schwarzweiß-Chemie in der Regel bei 20°C, Rodinal-Entwickler wird gar nur mit 18°C verwendet. Der Grund dafür ist, dass mit dem kalten Rodinal die Filmempfindlichkeit durch den etwas abgebremsten Entwicklungsvorgang besser ausgenutzt wird und die Negative etwas feinkörniger werden. Meine Negative bekomme ich mit meinen Standards immer so entwickelt, wie ich mir das vorstelle, was ja auch Sinn des ganzen Aufwandes ist. Die persönlich erarbeiteten Werte und Korrekturen schreibt man sich auf, denn eine derartige Dokumentation ist ein guter Ausgangspunkt für weitere Optimierungen, wenn man das später einmal wünscht.

Sehr oft besteht Unsicherheit über die Haltbarkeit und den Zustand der Chemie. Ich mache mir die Sache recht einfach. Erstens: ich vereinfache die Lagerhaltung. Der Wehner-Entwickler, Rodinal und auch der T-Max-Entwickler sind als Konzentrat sehr langlebig, was dafür sorgt, dass man keine verdorbenen Reste entsorgen muss. Zweitens gibt es bei mir nur Einmalentwickler. Rodinal und der Wehner-Entwickler sind ohnehin nur einmal verwendbar. Der T-Max-Entwickler wäre öfters verwendbar, ich habe aber so wenig Durchsatz, dass es sich nicht auszahlt den Entwickler aufzuheben. Nach ein paar Wochen Standzeit wäre er wahrscheinlich kaum mehr wirksam. Das Stoppbad besteht aus preiswerter Essigsäure und man braucht nur ein paar Milliliter pro Entwicklung. Es gibt demnach keinen Grund das Stoppbad mehrfach einzusetzen. Das Fixierbad ist wiederverwendbar und weil es jene Chemie ist, welche die Umwelt durch gelöstes Silber am meisten belastet, sollte man es auch aufbrauchen. Ich arbeite nach einer Faustregel: 500 Milliliter Fixierbad-Ansatz reichen für 10 Kleinbildfilme mit 36 Aufnahmen oder 10 Rollfilme 120, wenn man die Arbeitslösung ab dem fünften Film mit jeweils 30 Milliliter angesetztem Fixierer als Regenerat aufpäppelt. Möglich, dass man nach dieser Methode sogar fünfzehn Filme ausfixieren könnte, weil die Regenerierung ja die ursprüngliche Arbeitslösung ersetzt.

Mit meinen Standards bleibe ich bei der Chemie auf der sicheren Seite und erspare mir irgendwelche Tests, wobei ich anmerke, dass ich in den letzten Jahren immer nur Kleinstmengen an Schwarzweiß-

Filmen verarbeitet habe. Pro Sitzung habe ich zwei oder drei Filme, in letzter Zeit aus meinen Mittelformat-Kameras manchmal auch vier Filme auf einmal zu entwickeln. Das sind Amateur-Mengen, die sowieso niemals wirtschaftlich verarbeitet werden können. Wer über längere Zeiträume große Mengen an Filmen zu verarbeiten hat, wird sich da etwas anderes ausdenken müssen, wie zum Beispiel eine Jobo ATL3 oder noch besser eine gebrauchte Fujifilm FP232B, aber solche Anwender sind nicht die Zielgruppe für diesen Beitrag.

Ist der Film entwickelt und ausgiebig getrocknet kommen die Negative in Hüllen aus Pergamin. Die gibt es im Format DIN A4 für Kleinbild, Rollfilm und sogar für 4x5“-Negative. Das ist meines Erachtens die einzige wirklich archivtaugliche Lösung. Viele Fotografen-Generationen und Archivare vor mir haben Filme so aufbewahrt und ich sehe keinen Grund meine Negative in etwas anderes als Pergaminhüllen zu stecken. In Pergamin gibt es garantiert keine Weichmacher, Pergamin ist feuchtigkeitsregulierend und lässt Luft an die Negative, wenn man sie nicht zu dicht in den Ordner quetscht. Pergaminhüllen sind leicht beschriftbar und preiswert.

Bleibt nur noch die immer wiederkehrende Frage nach der Chemieentsorgung. Man hält sich an die rechtlichen Vorgaben, ist doch klar, aber im Heimlabor bewegen wir uns im Bereich minimaler Mengen und dafür gibt es pragmatische Lösungen. Man kann Entwickler und Fixierbad sammeln und am Mistplatz (so lautet die Bezeichnung für den Wertstoffhof in Wien) abgeben. Da sollte man also einen Kanister mit gebrauchtem Entwickler und einen mit gebrauchtem Fixierer anschleppen, weil die Entsorger damit leichter umgehen können. Laut dem europäischen Abfallkatalog lautet die Schlüsselnummer 90101 für Schwarzweiß-Entwickler, die übrigens kein Sondermüll sind und 90104 für Schwarzweiß-Fixierbäder bei denen es sich sehr wohl um Sondermüll handelt. Das hat mit den Silberresten zu tun, die in der Kläranlage bereits in geringen Mengen schädlich sind. Also das verbrauchte Fixierbad bitte unbedingt in die Sammelstelle bringen. Die Reste des Schwarzweiß-Entwicklers kann man mit dem gebrauchten Stoppbad zusammenschütten, eventuell noch den einen oder anderen Milliliter Essigsäure dazugeben und schon ist man chemisch im neutralen Bereich. Entwickler ist basisch, Essigsäure sauer und zusammen sind sie im richtigen Mischungsverhältnis neutral. So eine Mischung kann man mit etwas Wasser verdünnt über den Abfluss entsorgen. Die Reste so mancher Haarfärbemittel sind aggressiver als dieses Wässerchen. Farbchemie gehört übrigens immer über die Sammelstelle entsorgt, da gibt es keine Entsorgung über den Kanal.

Fazit: Keine Angst vor der Schwarzweiß-Negativentwicklung, auch wenn man so etwas noch nie gemacht hat. Die typgerechte Schwarzweiß-Filmentwicklung funktioniert auch mit bescheidenem Aufwand und leicht verfügbaren Verbrauchsmaterialien. Es geht ohne langwierige Tests und kompliziertes Chemiepantschen. Ist man nicht zu bequem um die Entwicklungsdose händisch zu rollen oder zu kippen, erspart man sich teure Maschinen wie die Jobo CPA/CPE-Serie oder den Heiland TAS-Prozessor und kommt mit einer preiswerten Tageslichtentwicklungsdose aus. Kein Grund, es nicht zu probieren und wer einigermaßen exakt und sauber arbeitet, hat schon bei seinem ersten Schwarzweiß-Film das erste Erfolgserlebnis.

Hier endet die Kurzfassung zur Schwarzweiß-Filmentwicklung, aber wie ich vermute haben Sie noch ein paar weitergehende Fragen. Diese werden im anschließenden Kapitel V. ausführlich beantwortet.

V. Was es zu Schwarzweiß-Filmen und der Schwarzweiß-Filmentwicklung sonst noch zu sagen gibt

Die Teile I. bis IV. haben die absoluten Basics der Schwarzweiß-Technologie möglichst kompakt abgearbeitet. Im Teil V. wird es jetzt ausführlicher und etwas komplexer. Keine bunten Bilder und viel Text zum Lesen, aber das erspart Ihnen den Weg in diverse Internet-Foren. Dort ist es fast immer Usus angepöbelt zu werden, wenn man Anfängerfragen stellt, die schon etliche Male gestellt und vielleicht auch ein paar Mal beantwortet worden sind. Dafür wird man in einem Aufwasch über die Unwägbarkeiten mit dem Schwarzweiß-Film und seiner Entwicklung belehrt. Noch bevor man die erste praxistaugliche Anleitung bekommt, wie man die Chemie zusammenpantscht und den ersten Film in diese mistigen Entwicklungsspiralen einspult, erfolgt in der Regel das endlose Herunterbeten diverser Hindernisse, Probleme und Fallen, die einem bei der Filmentwicklung heimsuchen werden. Probleme in der Endlosschleife sind aber wenig Anreiz das Filmentwickeln auszuprobieren. Die Schwarzweiß-Filmentwicklung ist sehr einfach und gut beherrschbar. Deshalb kommt jetzt mein Versuch in diesem Beitrag einige Dinge rund um die Schwarzweiß-Filmentwicklung und den Schwarzweiß-Film im Allgemeinen gerade zu rücken. Keep-it-simple als „wilde Mischung“, wie sich die Abschnitte gerade ergeben haben und ausschließlich bezogen auf Kleinbilddfilme, weil sich Roll- und Planfilme in einigen Details anders verhalten.

Zu allererst kommt jetzt mein besserwisserischer super geheimer Geheimtip: Recherche im Internet und nach Möglichkeit auch in diverser Fachliteratur ist keine Schande. Denn **wer etwas weiß, muss nicht alles glauben**. Aber genau aus diesem Grund sind Sie ja hier.

Analoge Fotografie ist viel kostenintensiver als die Digitalfotografie. Wirklich? Rechnen Sie genau nach, wie viel Geld Sie in digitales Equipment versenkt haben und stellen Sie das den Ausgaben für eine übliche analoge Fotoausrüstung gegenüber. Mit dem Kauf einer analogen Leica M6 und zwei oder drei asphärischen M-Objektiven können Sie den Rückstand zur digitalen Fotoausrüstung aber locker aufholen.

Das Zonensystem nach Ansel Adams ist der einzige Garant für eine perfekte Schwarzweiß-Filmentwicklung. Dieser Aussage widerspreche ich ganz entschieden, auch wenn ich vehement dafür plädiere, dass sich jeder das Zonensystem ansieht. Argument 1: Schwarzweiß-Filmmaterial der 1930er- und 1940er-Jahre hat mit den heute verwendeten Materialien nur mehr geringe Gemeinsamkeiten. Stellvertretend für diese Unterschiede sei nur das Kontrastverhalten moderner Filme genannt. Der Dynamikbereich bei Filmen ist in den fast hundert Jahren wesentlich größer geworden. Die Technologie bei Fotopapieren hat sich ebenfalls komplett verändert, man denke nur an Kontrastwandelpapiere. Argument 2: Ansel Adams hat mit großen Negativformaten gearbeitet. Die hatten beziehungsweise haben noch immer einen unterschiedlichen Belichtungsspielraum und ein anderes Aufzeichnungsverhalten als Rollfilm 120 oder der 135er-Kleinbilddfilm. Unabhängig vom Negativformat das Bild bei der Belichtung in jeweils nur zehn Zonen zu unterteilen ist für mich heute ein fragwürdiges Unterfangen. Argument 3: Ansel Adams konnte bis weit in die 1970er-Jahre von Belichtungsmessern, wie sie uns heute zur Verfügung stehen nur träumen. Das Minolta Flash Meter II aus dem Jahr 1976 konnte immerhin schon auf 1/3 Blende genau messen. Aktuelle Modelle messen

auf 1/10 Blende genau mit einer sensationellen Wiederholgenauigkeit in eben diesem Bereich. Manche „besseren“ Modelle kann man mit dem Dynamikbereich des Films programmieren. Auf Tastendruck bekommt man angezeigt, ob die aktuelle Lichtsituation in den Dynamikbereich passt. Mit einem einfachen Belichtungsmesser mißt man den hellsten und dunkelsten Punkt im Motiv und rechnet selber. So kann man heute eigentlich viel besser die Möglichkeiten des Films ausreizen. Argument 4: Das Negativ ist der Informationsträger und sollte möglichst viele Bildinformationen enthalten, es darf aber durch die Anwendung der zehn Zonen und die Beschränkungen von Fotopapier nicht der limitierende Faktor am Weg zum schönen oder perfekten Bild werden. Abwedeln und nachbelichten war und ist in der Dunkelkammer beim Vergrößern eine Selbstverständlichkeit. Für das Scannen gibt es diese Möglichkeiten im übertragenen Sinn in Verbindung mit Bildbearbeitungsprogrammen auch. Ein weitere Argumente gäbe es noch, aber will da jetzt nicht zu umfangreich werden.

Das Zonensystem hat für mich aus einem ganz anderen Grund größte Bedeutung. Ansel Adams war, was die Fotografie betrifft, ein profunder Handwerker mit einer genialen Fähigkeit die ihm zur Verfügung stehenden fotografischen Materialien zu analysieren und sich auf die bei den Aufnahmen vorherrschenden Lichtstimmungen einzustellen. Die Erkenntnisse haben sich dann in seinem Zonensystem manifestiert. Für die damalige Zeit und mit den damaligen Materialien war das perfekt und wegweisend. Da kann man sich heute noch was anschauen, darauf aufbauend seine eigenen Schlüsse ziehen und sich seine eigene Arbeitsmethodik zulegen. Stichwort: Gefühl ist gefragt!

Push wird Pfusch. Pushen bedeutet den Film mit einer höheren als der Nennempfindlichkeit zu belichten und mit verlängerter Entwicklungszeit die Unterbelichtung auszugleichen. Das klingt erst einmal recht gut: Wenn ich bei der Belichtung am Licht spare, dann bin ich bei der Entwicklung großzügig. Ich kompensiere meine Sparsamkeit durch eine lange Einwirkzeit des Entwicklers auf die fotografische Schicht - et voilà habe ich zum Beispiel aus meinem 400er-Film einen 800er-Film gemacht. Leider funktioniert diese Art der Empfindlichkeitssteigerung nur bedingt. Bei einer Blende Abweichung, als Beispiel von ISO 400 auf ISO 800 kriegt man das noch einigermaßen hin. Moderate Unterbelichtung mit verlängerter Entwicklung wirkt in diesem Fall wie eine Belichtungsmessung auf die Lichter, steigert die Zeichnung in den Lichtern und reduziert sie in den Schattenbereichen. Bei einer Steigerung von ISO 400 auf ISO 1600 oder ISO 3200, also Werten, welche für eine Steigerung der Empfindlichkeit erst einen Sinn machen, klappt das nicht mehr wirklich. Schuld daran ist die Korngröße, welche die Lichtempfindlichkeit definiert und dass davon ausgehend die Filmschicht eine gewisse Mindestmenge an Licht braucht, damit überhaupt Informationen aufgezeichnet werden können. Latente Silberkeime entstehen nur wenn die benötigte Mindestmenge an Photonen auf die lichtempfindliche Schicht gelangt. Bei der Unterbelichtung um viele Blenden wird der Photonenmangel so ausgeprägt, dass die Aufzeichnung einer normal abgestuften Tonwertkurve nicht mehr möglich ist. Bei einer Push-Entwicklung verlieren die Lichter ihre Zeichnung, sie werden zu weißen Flächen und in den Schatten gibt es keinerlei Differenzierung, sie werden zu schwarzen Flächen. Lediglich die mittleren Graustufen bleiben für die Bildaufzeichnung erhalten. Fehlende Lichter und fehlende Schatten bedeuten nichts anderes als einen aufgeteilten Kontrast, weil bekanntlich eine stark verlängerte Entwicklungszeit mehr den Kontrast als die Dichte anhebt. Ein weiterer negativer Effekt ist das Aufblühen der Silberkristalle durch die lange Einwirkungszeit des Entwicklers. Sie macht sich als verstärktes Filmkorn bemerkbar und mindert die Bildqualität ebenfalls. Daraus folgt, dass Push-Entwicklung keine Empfindlichkeitssteigerung, sondern nur einen

härteren Kontrast und stärker akzentuiertes Korn bewirkt. Die *creatio ex nihilo* funktioniert also auch bei der Filmentwicklung nicht. So ein Mist!

Gefühl ist gefragt! Jede Art von Technik oder Handwerk besteht zuerst einmal aus scheinbar absoluten Parametern. Datenblätter und Handbücher geben Daten vor und denen hat man immer zu folgen. Da bin ich anderer Meinung. Auch technische Parameter darf man hinterfragen und niemals als unverrückbar annehmen. In der Technik ist nichts nur Schwarz oder Weiß und gibt es viele Dinge, die nicht im Handbuch stehen. Erfahrung ist gefragt und die führt dazu die Dinge anders und besser machen zu können, als sie vorgegeben sind. Mit Experimenten kann man auch Erfahrung sammeln. Damit bekommt man das Gefühl was geht, was gut ist und was man besser nicht macht. Ein weiterer Schritt ist die Standardisierung, damit man sofort erkennt, wenn sich Fehler einschleichen wollen.

Sauberkeit bei der Verarbeitung ist ein wichtiges Thema. Es wird manchmal unterschätzt, mit der Folge von schlechten Ergebnissen nicht nur bei der Filmentwicklung. Ich habe es mir zur Gewohnheit gemacht, für jede Chemikalie eigene Behälter zu verwenden. Entwickler, Stoppbad und Fixierer haben ihre eigenen Messgläser und Vorratsflaschen, die ich nach jeder Verwendung reinige. Bei der Vorratsflasche für den Fixierer kann ein Austausch erforderlich werden, wenn zu viel Silberbelag auf der Innenseite aufgebaut wurde. Die Verschlüsse der Flaschen soll man nicht untereinander austauschen. Das kann die Flüssigkeit in den Flaschen kontaminieren – Stichwort Dichtungen, die sich mit Flüssigkeit vollgesogen haben und diese dann in ein anderes Bad verschleppen.

Das Thermometer dient mir primär zur Messung der Entwicklertemperatur und es braucht nicht durch alle Bäder zu wandern. Wichtig beim Schwarzweiß-Prozess ist allein die Entwicklertemperatur. Da nimmt man ganz exakt temperiertes Wasser und fügt die zwanzig oder dreißig Milliliter Entwicklerkonzentrat dazu. Weil man ja erfahren ist, hat man einen ausreichend großen Kanister mit temperiertem Wasser als Vorratsbehälter gefüllt. Aus dem kann man bei Bedarf das Stoppbad, den Fixierer oder das Netzmittel ansetzen und den Rest für die erste oder zweite Wässerung verbrauchen. Alle Bäder abseits des Entwicklers brauchen keine Temperaturkontrolle, solange man nicht in einer Sauna oder in einem Tiefkühlhaus entwickelt. Es wird sich bei üblicher Raumtemperatur eine Temperaturabweichung bilden, die für den Schwarzweiß-Prozess aber nicht von Relevanz ist.

Auch wenn man noch so sauber arbeitet, braucht man ein Handtuch und/oder einen Putzlappen. Textile Handtücher und Lappen sind einerseits eine hygienische Problemzone und können andererseits auch Flüssigkeitsreste dorthin tragen, wo man sie nicht haben will. Ersparen Sie sich nach Chemie stinkende Finger und kontaminierte Filmspiralen, verwenden Sie eine simple Küchenrolle und schon ist dieses Problem erledigt.

Der Hinweis, dass man alle verwendeten Laborgerätschaften nach der vollendeten Filmentwicklung gründlich reinigt, soll hier nicht breitgetreten werden. Die sofortige Reinigung der Utensilien ist eine Selbstverständlichkeit und bedarf keiner weiteren Ausführung. Das hilft Fehler auf einen Blick zu erkennen und die Qualität zu steigern. Nur wer sein Handwerkszeug beherrscht, kann sich entspannt der Kreativität widmen. Ohne Gefühl für das Material und das Werkzeug geht es nicht. Das gilt nicht nur für die Fotografie.

Warum man einen Wechselsack bei der Selbstverarbeitung verwenden soll: Eine Dunkelkammer oder eben den Wechselsack braucht man nur um die Filme aus der Patrone auf die Entwicklerspirale und in den Entwicklungstank zu bekommen. Dazu muss es dunkel sein, total finster, um es genau zu sagen. Im Unterschied zur Verarbeitung von Fotopapier, wo eine Sensibilisierungslücke beziehungsweise die spektrale Empfindlichkeit des Fotopapiers dafür sorgt, dass man gedämpftes Licht einer speziellen Lichtfarbe als Beleuchtung verwenden kann, sind Schwarzweiß-Filme bei absoluter Dunkelheit zu verarbeiten. Schuld daran ist deren panchromatische Sensibilisierung, die Grün-, Rot-, Orange- oder Gelbwerte in Graustufen umsetzt. Das tut der Film natürlich auch bei Dunkelkammerbeleuchtung, und wenn sie noch so schwach ist. Aus genau diesem Grund braucht man die totale Finsternis beim Einspulen in eine Tageslichtentwicklungsdose. Der Wechselsack entledigt mich der ständigen Kontrolle, ob meine Dunkelkammer wirklich für Filme lichtdicht ist. In einer temporären Dunkelkammer kann das zu einem nicht zu unterschätzenden Aufwand werden, der sich für die Entwicklung eines einzigen Films nicht lohnt. Für mich ist das Aufwickeln auf die Entwicklungsspirale im Wechselsack bequemer als in der finsternen Dunkelkammer. Immerhin muss man mit den Patronen hantieren, sie teilweise mit Werkzeug öffnen und den Film auf die Spirale aufwickeln. Im Wechselsack kann beim Herumfummeln nichts vom Tisch fallen, was man dann in völliger Dunkelheit auf allen Vieren suchen muss. Alle Teile bleiben im lichtdichten Sack und das ist praktisch. Beim Wechselsack kauft man ein geräumiges Modell wie zum Beispiel den Paterson PTP125. Mit einer Größe von 60x70cm ist er für 2x135-Paterson- oder Jobo-Dosen, die combiPlanT- und die Stearman SP-445 für Planfilme geeignet.

Die Qualitätsfrage: Analoges Film ist auch bei Selbstverarbeitung qualitativ schlechter und dazu viel aufwendiger als Fotografie mit digitalen Kameras und ihren Bilddateien. Das stimmt schon irgendwie und falls Sie das vorbehaltlos so sehen, kaufen Sie sich lieber eine dieser tollen spiegellosen digitalen Kameras mit aberwitziger Auflösung und Lichtempfindlichkeiten von ISO 100 bis jenseits der ISO 12.800. Die sind schon mehr Computer als Kamera und mit den dafür geschaffenen Computerprogrammen können sie dann problemlos völlig fehlerlose Bilddateien schaffen, welche mit der Realität herzlich wenig zu tun haben. KI wird in den nächsten Generationen von Photoshop & Co jedes noch so miese Knipsbildchen zur perfekten Fotografie umbauen. Die analogen Fotografen schauen da richtig gehend alt aus, denn mit Film und Dunkelkammer geht das weniger gut. Die analogen Kameras sind auch weniger perfekt und viele haben wegen ihres fortgeschrittenen Alters so ihre Eigenheiten. Kameras und die Charakteristik von Film haben als Ausgleich ihren eigenen Charme, ihren speziellen Charakter und dazu eine eigene Lebendigkeit. Analoge Fotografie leitet zur bewußten Bildgestaltung an, weil jeder Klick etwas kostet. Analoge Fotografie zwingt zum exakten Arbeiten, weil in der analogen Nachbearbeitung weniger möglich ist, als bei Bilddateien. Analoge Fotografie funktioniert nur wenn man zur Beschäftigung mit den notwendigen handwerklichen Grundlagen bereit ist, ohne die es nicht geht. Analoge Fotografie ist ein Anachronismus und auch wieder nicht. Lernen Sie mit diesen Gegensätzen umzugehen.

Der 135er-Kleinbildfilm ist eine Qualitätsbremse - nur große Negativformate sind das Wahre. Das ist völliger Unsinn, denn große Negativformate machen nur dann glücklich, wenn man bereits genügend Erfahrung mit Kleinbildfilm gesammelt hat. Das Kleinbild 24x36 hat sich im Lauf des 20. Jahrhunderts zum Standardformat entwickelt und alle als Alternativen entwickelten Filmsysteme, wie

Agfa Rapid, Kodak Instamatic oder das Advanced Photo System überlebt. Kleinbilddfilm lehrt die Grundlagen und wegen schmaler Toleranzen auch genaues Arbeiten. Mit Kleinbilddfilm kann man exzellente Qualität erreichen und vom relativ kleinen 24x36mm Negativ mindestens 30x40cm Abzüge in einwandfreier Qualität herstellen. Bei Schwarzweiß-Film und optimierter Verarbeitung ist auch ein 50x70cm-Abzug im Bereich des Möglichen. Hand aufs Herz: Wie oft werden Sie so große Vergrößerungen anfertigen?

Kleinbilddfilm ist wirtschaftlich, immerhin passen ganze 36 Aufnahmen auf eine Filmrolle. Kleinbilddfilm ist leicht zu handhaben und leicht zu verarbeiten. Gerade bei der Selbstverarbeitung von Schwarzweiß-Material ist das am Anfang ein nicht zu unterschätzender Vorteil. Kleinbilddkameras sind sehr oft wesentlich preiswerter als Mittel- und Großformatmodelle und die Auswahl ist viel größer. Bedingt durch ihre meist kompakte Baugröße sind Kleinbilddkameras viel beweglicher als großformatige Modelle. Kleinbilddkameras bieten in der Regel auch einen erheblich größeren Bedienungskomfort als Mittel- und Großformatmodelle. Kleinbilddkameras eignen sich wegen des guten Kosten-Nutzen-Verhältnisses bestens als Einstieg in die analoge Fotografie. Kleinbilddfilm 135 gibt es seit ziemlich genau einhundert Jahren, es ist also durchaus möglich, dass er noch einmal so lange verfügbar sein wird. Eine Versorgungssicherheit für die nächsten paar Jahre ist also ganz sicher gegeben. Das gilt aber auch für Rollfilm 120 und die gängigen Planfilmformate.

Schwarzweiß-Filme erreichen niemals die auf der Packung angegebene Nennempfindlichkeit: Nein das stimmt so nicht und hat ein paar Gründe. Bei Schwarzweiß-Film gibt es, im Unterschied zu Farbnegativ- oder Farbdiafilm, keine Standardentwicklung in standardisierten Chemikalien. Daraus resultiert, dass ein Film durch den Entwicklungsvorgang seine angegebene Nennempfindlichkeit erreicht oder auch nicht. Sollte es erforderlich sein, tricksen die Hersteller zuerst im Studio bei den Testaufnahmen und danach im Fotolabor so lange herum, bis sie in ihrem Entwicklungsprozeß die anvisierte Empfindlichkeit erreichen. Dann dürfen sie zum Beispiel ISO 400 auf die Packung schreiben. Zu Hause mit dem persönlichen Lieblingsentwickler erreicht man dann ISO 400 oder auch nicht.

Ein weiterer Punkt der Betrachtung ist die Belichtung in der Kamera. Der Belichtungsmesser und der Verschuß einer Kamera dürfen bis zu 50% Abweichung vom echten Wert haben, bevor sie als fehlerhaft gelten. Alle Toleranzen in einer Richtung zusammengenommen entspräche das bei einem Film mit ISO 400 einer Reduktion auf ISO 200, wenn zu reichlich gemessen wird (Überbelichtung durch die Kamera), beziehungsweise ISO 800 bei zu knapper Messung (Unterbelichtung durch die Kamera). In beiden Fällen wäre der Film logischerweise nicht gemäß ISO 400 belichtet worden. Gut zu wissen: Belichtungsmesser in analogen Kameras der 1980er und 1990er sind fast ausnahmslos auf eine etwas reichlichere Belichtung von bis zu 1/2 Blende eingestellt worden. Ob das heute noch so ist, muß man individuell herausfinden. Viele CdS-Zellen in Belichtungsmessern sind mit entsprechendem Genauigkeitsverlust gealtert. SPD-Zellen sind genauer und altern kaum, mechanische Abweichungen in der Kamera, zum Beispiel bei der Blendenübertragung oder dem Verschuß, sind auch da möglich. Diese Faktoren haben ebenfalls Auswirkungen, ob die richtige Lichtmenge auf den Film kommt. Wird die Nennempfindlichkeit nicht erreicht, kann das also in seltenen Fällen auch an der Kamera liegen.

Während meiner Ausbildung vor einigen Jahrzehnten habe ich noch gelernt, dass man einem Schwarzweiß-Film „ordentlich Licht gibt“, sprich auf die tiefen Schatten belichtet. Beim genannten

Beispiel mit dem ISO 400 Film ergibt eine Drittel Blende reichlicher ISO 320 und eine ganze Blende reichlicher ISO 200 die Nutzempfindlichkeit. Eine damals wie heute aktuelle Regel besagt auch, dass Unterbelichtung und Unterentwicklung bei Schwarzweiß-Filmen tunlichst zu unterlassen sind. Daran habe ich mich immer gehalten und bin gut damit gefahren.

Schwarzweiß-Filme haben bei Kunstlicht verglichen mit Tageslicht etwa eine Blende weniger Empfindlichkeit. Den Unterschied muß man bei jedem Film austesten, als Faustregel gilt die Blende eine Stufe zu öffnen oder die Belichtungszeit um eine Stufe zu verlängern. Dieses Verhalten hat primär nicht mit dem Schwarzschildeffekt zu tun, sondern mit der spektralen Zusammensetzung des (Kunst-)Lichts. Da ist weniger Blauanteil enthalten, der dem Film für die korrekte Belichtung fehlt und deshalb nimmt die Empfindlichkeit ab. Bei Kunstlicht erreichen Schwarzweiß-Filme eigentlich nie ihre Nennempfindlichkeit.

Bei einigen Schwarzweiß-Filmen wird man vom Fleck weg mit der Nennempfindlichkeit belichten und dann nach den Vorgaben im Datenblatt mit guten Ergebnissen entwickeln können. Problematische Filme, von denen man nach der ersten Entwicklung den Eindruck hat, die Negative schwächen bei der Nennempfindlichkeit, wird man umfangreich eintesten müssen. Bisher war das meine erfolgreiche Strategie, die sogar bei extrem zickigen Filmen wie dem Fomapan 400 Action erfolgreich gewesen ist. Eine leicht zu merkende Faustregel: Die Nennempfindlichkeit soll man als Minimum ansehen, bei dem man ein brauchbares und anständig belichtetes Negativ erhält. Vom Optimum kann man da noch ein gutes Stück entfernt sein.

Mit den Entwicklungszeiten aus dem Datenblatt eines Entwicklers oder eines Films bringt man keine brauchbare Entwicklung zustande. Das ist natürlich völliger Quatsch. Jeder Film- oder Chemiehersteller probiert seine Produkte aus. Dabei werden Entwicklungszeiten bestimmt, mit denen eine Film-Entwickler-Kombination brauchbare Ergebnisse bringt. Brauchbar bedeutet in diesem Zusammenhang eine wenigstens durchschnittlich gute Entwicklung, wobei vielleicht der eine und andere Parameter optimierungsbedürftig sein kann, wenn man das volle Potential des Films ausschöpfen möchte. Film- und Chemiehersteller wären unklug, wenn sie das anders handhaben würden, schließlich wollen sie, dass auch Anfänger aus dem Stand mit ihren Materialien etwas anfangen können. Die Rezepte in den Beipackzetteln sind quasi eine Erfolgsgarantie für das Entwickeln mit zumindest durchschnittlichen Ergebnissen. Sie bilden die Basis für weitergehende Optimierungen. Die Entwicklungszeiten holt man sich aus den Datenblättern der Hersteller und optimiert sie auf den persönlichen Standard. Internet-Portale und Foren sind als Datenquelle mit Vorsicht zu genießen.

Es gibt gute und es gibt schlechte Film-Entwickler-Kombinationen. Das stimmt, allerdings mit der Einschränkung, dass es zum Glück keine Kombination gibt, welche den Film bis zur Unbrauchbarkeit verdirbt. Eine korrekt ausgeführte Entwicklung wird immer in brauchbaren Negativen münden. Ob diese zum Beispiel die bestmögliche Schärfe oder die super abgestuften Tonwerte erreichen, bleibt offen. Die Korrelation von Film und Entwickler hat Einfluß auf die Qualität der Negative und wie bei anderen Parametern gilt es auch hier vorab Informationen einzuholen, eine dem eigenen Anspruch entsprechende Kombination festzulegen und herauszufinden, ob man die Ergebnisse mag. Das bedeutet im Vorfeld der Entwicklerauswahl eine Menge Recherche um die man nicht herumkommt.

Wunderentwickler, Wunderfilme und die Wunderkombination aus beiden: Leider wartet man auf das alles seit Generationen vergeblich. Wunderentwickler und Wunderfilme gibt es nicht und wird es nie geben, aber es gibt Produkte, die uns helfen unsere Vorstellungen zu verwirklichen. Bei allen angebotenen Wässerchen und Filmstreifen müssen wir immer wieder Kompromisse eingehen, aber das Schöne an der Sache ist, dass man seine Kreativität, Intelligenz und handwerklichen Fähigkeiten einsetzen kann um die eigenen Vorstellungen so weit wie möglich voran zu treiben. Sehen Sie sich zu diesem Thema auch das nächste Kapitel an.

Für jede Aufnahmesituation ist die optimale Kombination aus Film und Entwickler bereit zu halten.

Am Anfang ist es ausreichend eine einzige Film-Entwickler-Kombination zu verwenden. Hat man die Möglichkeiten dieser Kombination völlig ausgelotet, kann man sein Film-und-Entwickler-Portfolio durchaus erweitern. Einige Fotografen haben als ihre Wahl zwei Filme, manche drei oder auch mehr. Bei mir ändern sich die Entwickler meist wenn sich auch das Filmmaterial ändert. Aktuell verwende ich den Kodak T-Max 400 als Hauptfilm und dazu drei Filmtypen, welche ich teilweise schon lange kenne und die ich schätze. Die nehme ich für gelegentliche Einsätze. Als Entwickler kommen zwei sehr unterschiedliche Typen zum Einsatz. Originales Agfa Rodinal verwende ich seit ich Filme selbst verarbeite. Mit einer angebrochenen und einer noch original verschlossenen Flache werde ich wohl noch ein Jahrzehnt oder länger auskommen. Den Kodak T-Max-Entwickler habe ich gegen den für mich gefälligeren Wehner-Entwickler eingetauscht. Der Wehner-Entwickler bietet für mich den derzeit besten Mittelweg um meine Vorstellungen von einem Schwarzweiß-Negativ zu erreichen. Wobei der Mittelweg in diesem Fall nicht als Kompromiß zu verstehen ist, weil der Wehner-Entwickler sehr vieles sehr gut macht. So etwa die ausgezeichnete Empfindlichkeitsausnutzung und Schärfe. Rodinal ist ein Fall für sich, kein Universalentwickler und eher ungeeignet für Anfänger. In der Praxis mag man das Zeug oder verabscheut es. Das muß jeder für sich selbst herausfinden. Übrigens ist das Adox Rodinal derzeit das „originalste“ erhältliche Rodinal. Eine Besonderheit an Rodinal ist übrigens die Temperatur bei der Entwicklung, welche siebzehn oder achtzehn Grad betragen soll. Dann wird auch bei Rodinal die Schärfelistung besser. Für den Anfang empfehle ich einen einzigen Entwickler und einen einzigen dazu passenden Film. Diese Kombination kann man ruhig aus dem Internet, zum Beispiel von *troeszter.net*, übernehmen. Damit sammelt man seine persönlichen Erfahrungen und perfektioniert sein Handwerk. Später kann man einen zweiten Film dazu nehmen und wenn man auch diese Kombination perfekt beherrscht, ergänzt man sie vielleicht um einen weiteren Entwickler und einen dritten Film. Nur verzetteln sollte man sich nicht. Zu viele Entwickler und zu viele Filme sind kaum beherrschbar und kosten Geld, weil man immer wieder verdorbene Entwickler entsorgen muß.

Destilliertes, demineralisiertes, enthärtetes oder energetisiertes Wasser als Pflicht beim Chemieansatz? Derartige Wässer sind in Österreich unnötig, auch wenn das Trinkwasser bei großen Wasserversorgern aufbereitet wird. Mittels UV-C-Licht wird das Wasser keimfrei gehalten und im Unterschied zu den USA, wo Trinkwasser sehr oft stark gechlort wird, ohne chemische Zusätze ins Rohrnetz geleitet. Informationen zum Trinkwasser in Österreich findet man hier: <https://www.unsertrinkwasser.at/trinkwasserqualitaet/> Was spricht also gegen ganz normales Leitungswasser? Eigentlich nichts, bis auf eine mögliche hohe Wasserhärte weit jenseits der 16°dH und feine Schwebstoffe, die sich im Wasser befinden können, wenn die Feinfilter – vor allem im

privaten - Hauswasserwerk nicht richtig funktionieren. Solche Probleme vermeidet man mit einem Trichter samt eingelegtem Kaffeefilter, durch den man das Wasser zuerst in einen Vorratskanister laufen läßt, aus dem man es für den Chemikalienansatz zapft. Als Prophylaxe gegen Ablagerungen und feine Kratzer an den Negativen, die durch Schwebstoffe im Wasser entstehen, ist ein Filter generell empfohlen.

Was man gegen Kalk tut, ist auch sehr schnell erklärt. Man verwendet zum Chemieansatz ganz normales Leitungswasser und am Ende der Entwicklungsprozedur ein ordentlich angesetztes Bad mit Netzmittel zur Trocknung ohne Kalkflecken. Kalk im Trinkwasser hat auf den Ansatz von Entwickler, Stoppbad oder Fixierer keinen Einfluß. Ob ich das wirklich ernst meine? Natürlich, ich verwende seit Jahrzehnten immer hartes Leitungswasser für die Bäder und danach Netzmittel mit anschließender Lufttrocknung bei meiner Filmentwicklung. Mit den besten Ergebnissen, wie ich anmerken darf.

Welche Temperatur ist für Schwarzweiß-Entwicklung optimal? Als ich in den frühen 1980ern die Grundlagen der Fotografie beigebracht bekommen habe, war die „normale“ Entwicklertemperatur für „normale“ Entwickler mit 20°C empfohlen. Agfa Rodinal war eine Ausnahme mit einer Temperaturempfehlung zwischen minimal 16°C und maximal 20°C. Heute verwenden manche Fotografen bis zu 24°C oder 25°C als Entwicklertemperatur, wobei so hohe Werte vom Entwickler abhängig sind. Rodinal als absolutes Negativbeispiel taugt dann höchstens als Grobkornentwickler. Persönlich bevorzuge ich noch immer die 20°C als Standard und 18°C bei Rodinal. In den Sommermonaten sind Entwicklertemperaturen von 20°C oder weniger nur im Wasserbad bei ununterbrochener Temperaturkontrolle zu halten. Das ist mühsam und in solchen Situationen sind höhere Entwicklertemperaturen überlegenswert. Ob man durch eine Verdünnung des Entwicklers auf vernünftige Entwicklungszeiten bei gleichbleibender Qualität kommt, ist auszutesten.

Es ist also ziemlich egal, welche Temperatur man wählt, sie muss nur im Bereich liegen, in dem der Entwickler seine ideale Aktivität besitzt und das ist ein Bereich zwischen 18°C und 27°C. Die Entwicklungszeit und gegebenenfalls der Ansatz des Entwicklers gehören auf die Temperatur abgestimmt. Die Entwickler-Temperatur ist beim Schwarzweiß-Prozeß der kritische Faktor. Die Temperatur muss während der gesamten Entwicklungszeit konstant gehalten werden. Eine Temperaturänderung von einem Grad während 15 Minuten Entwicklung entspricht einer 10%igen Veränderung der Entwicklerzeit! Beim Stoppbad und dem Fixierer sollte in etwa die Entwicklertemperatur eingehalten werden. Bandbreite sind plusminus 2°C, die Temperatur der Wässerung kann auch plusminus 5°C abweichen.

Beim Thermometer gebe ich eine einzige Empfehlung: Das einfachste Präzisionsthermometer von Greisinger kaufen und als einziges Temperaturmessgerät verwenden. Einige Jahre lang war die GTH-175-Serie der defakto-Standard bei vielen Fotofinishern, aktuell gibt es unter anderem ein für das Fotolabor völlig ausreichendes Modell G1710. Wichtig ist eine Genauigkeit von 0,1°C im Bereich von 15°C bis 40°C und eine kurze Ansprechzeit. Nach ermüdenden Erfahrungen mit einem zugegeben sehr preiswerten Digitalthermometer eines anderen Herstellers bei der Nachrüstung meiner Jobo CPE 2 empfehle ich beim Thermometer nur mehr Greisinger. Auch wenn es andere sehr gute Hersteller gibt.

Flüssige Einmalentwickler sind meine eindeutige Präferenz, weil sie konstante Ergebnisse garantieren. Da braucht man sich nicht um verlängerte Entwicklungszeiten zu kümmern, wenn das Wässerchen schon halb verbraucht ist. Einmalentwickler gehören erst unmittelbar vor ihrer Verwendung angesetzt. Sie sind chemisch instabil und verlieren innerhalb kurzer Zeit an Wirksamkeit. Die Folge kann verändertes Filmkorn oder geänderter Kontrast sein. Mit abgestandenen Einmalentwickler-Ansätzen sind keine konstanten Resultate zu erwarten.

Soll man Schwarzweiß-Filme vor der Entwicklung (vor)wässern? *A pre-rinse is not recommended as it can lead to uneven processing.* Diesen Satz findet man in den Datenblättern zu den Ilford Schwarzweiß-Filmen, er deckt sich mit meiner Erfahrung und damit ist zu dieser Thematik schon fast alles gesagt. Bei Verarbeitungstemperaturen von Schwarzweiß-Filmen im Bereich von 18°C bis 22°C ist eine Vorwässerung überflüssig. Da brauche ich weder die Entwicklungsdose noch den Film auf Temperatur zu bringen. Manche Filme haben zudem eine spezielle Beschichtung um beim Kontakt mit dem Entwickler eine gleichmäßige Benetzung zu erreichen. So eine Beschichtung würde durch die Vorwässerung abgewaschen werden. Bei sehr mager angesetzten Entwicklern - Rodinal 1:100 ist ein gutes Beispiel, wenn man für so eine Entwicklung irre genug ist - könnten Flüssigkeitsreste der Vorwässerung die Resultate beeinträchtigen. Eine Vorwässerung würde ich nur dann anwenden, wenn sie ausdrücklich vom Filmhersteller vorgeschrieben wird.

Einen Film ohne Densitometer und umfangreiche Messungen einzutesten geht nicht. Dem widerspreche ich entschieden. Keinem Anfänger ist es zumutbar für vielleicht eine handvoll Filme ein Densitometer anzuschaffen und den Umgang damit zu erlernen. Filme eintesten geht auch ohne Hilfsmittel. Die größte Problematik ist zu lernen wie optimal dichte Schwarzweiß-Negative aussehen. Bedingt durch das Trägermaterial und den Schichtaufbau sehen fast alle Schwarzweiß-Filme unterschiedlich aus. Der sogenannte Grundscheier ist ebenfalls abhängig vom Film und hat Einfluß auf das Aussehen der Negative.

Die super einfache Methode für einen völlig unbekanntem Film in Kombination mit einem völlig unbekanntem Entwickler: In einer Kamera, deren Technik als zuverlässig und genau bekannt ist, belichte ich einen Film mit seiner Nennempfindlichkeit. Die Lichtverhältnisse müssen für dieses Vorhaben durchschnittlich sein. Weder brutale Sonne, noch trüber Wintertag sind gefragt. Auch die Morgen- und Abenddämmerung ist für Tests nicht geeignet. Das Licht sollte normale Kontraste und Helligkeit ermöglichen. Ich suche mir erst eine gleichmäßig ausgeleuchtete helle Fläche. Am einfachsten funktioniert das mit einer lichtgrauen Hauswand. Schmutzigweiß geht auch, grelles Weiß ist weniger optimal. Ein wenig Struktur darf die Mauer auch haben und ein klein wenig „Rundherum“ stört auch nicht, denn später ist die Bewertung der Negative einfacher. Hilfreich ist meiner Meinung nach, wenn man sich Testmotive zulegt, die man wiederverwenden kann. Das ist in meinem Fall der Blick vom Balkon auf den Reumannplatz in Wien 10, der vielen Lesern sicher bekannt sein dürfte. Da kenne ich rund ums Jahr die Lichtstimmungen und in vielen Schattierungen verwitterte Fassaden, was mir das Eintesten erleichtert.

Ausgehend von der angezeigten „richtigen“ Belichtung mache ich jeweils um eine Blende abgestufte Über- und Unterbelichtungen. Vier Blenden in jede Richtung reichen mir. Ein paar Aufnahmen

unterschiedlicher Motive ergänzen den Testfilm. Dabei achte ich darauf, dass ich nicht mehr als fünfzehn Aufnahmen verbrauche, damit ein 36er-Film in zwei Teststreifen zerlegt werden kann.

Nach der Entwicklung gemäß den recherchierten Vorgaben beurteile ich die Negative am Leuchtpult: Die neben der Perforation einbelichteten Informationen wie Filmtyp müssen gut lesbar sein. Sie dürfen nicht durchscheinend oder dünn wirken und sie dürfen nicht zu fett ausfallen. Helle, fast transparente Randbelichtungen deuten auf Unterentwicklung und einen zu niedrigen Gamma-Wert hin. Dunkle und fettig aussehende Randbelichtungen mit einem dunklen Schatten rundherum sind Indiz für Überentwicklung und einen hohen Gamma-Wert. Die insgesamt neun Testfelder müssen sich alle vom Filmträger unterscheiden und verschiedene Helligkeitsabstufungen haben. Die Belichtungsreihe von Unter- zu Überbelichtung sollte gleichmäßig wie ein neunstufiger Graukeil verteilt sein. Ist das nicht der Fall, verändere ich bei einem zweiten Testlauf die Filmempfindlichkeit. Meist ist es notwendig stärker zu belichten, also die Filmempfindlichkeit um eine Blende zum Beispiel von ISO 400 auf ISO 200 zu reduzieren.

Auf den Testaufnahmen sehe ich mir Lichter und Schatten genau an. Eine erste allgemeine Beurteilung von Bildschärfe und Filmkorn am Kleinbildnegativ ist mit einem guten Fadenzähler möglich. Bin ich mit der visuellen Beurteilung so weit zufrieden, geht das Negativ von dem ich mir die beste Beurteilungsmöglichkeit erwarte in den Vergrößerer. Der Film ist für mich dann richtig entwickelt, wenn ich ein als korrekt belichtet ausgewertetes Negativ ohne Probleme auf Fotopapier mit Gradation 2 1/2 ausbelichten kann. Dann stimmen neben der Belichtung auch die Entwicklungszeit und der Gamma-Wert.

Den passenden Gamma-Wert bei der Negativentwicklung festlegen. Wie das mit dem Gamma-Wert genau funktioniert, kann man im Internet oder in einschlägiger Fachliteratur erfahren. In diesem Absatz geht es um eine ganz kurze Erklärung und eine Orientierung, welcher Wert gewählt werden soll. Der Gamma-Wert beschreibt den Kontrast der Negative. Üblicherweise visualisiert man das in einem Diagramm mittels einer Kennlinie. Früher war diese Kennlinie stärker S-förmig gebogen, während Filme der aktuellen Generation im mittleren Tonwertbereich eine lange näherungsweise gerade Kennlinie entsprechend einem linearen Verlauf zwischen dunkelstem und hellstem Punkt im Negativ besitzen. Wie steil, gekrümmt oder flach die Linie in diesem mittleren Bereich verläuft, definiert den Kontrast. Der Gamma-Wert liegt typisch in einem Bereich von 0,4 bis 0,8. Der Gamma-Wert von 0,4 entspricht dabei einem sehr flachen Kontrastverlauf, während ein Gamma-Wert von 0,8 einen sehr steilen Kontrast darstellt. Die Werte 0,4 und 0,8 sind als Endpunkte der Bandbreite zu verstehen, denn ich habe noch nie einen Film mit 0,4 oder mit 0,8 als Gamma-Wert entwickelt - nicht absichtlich jedenfalls. Realistisch wählt man 0,5 für Kondensator-Vergrößerer und 0,7 für Vergrößerer mit diffuser Lichtquelle. Benötigt man einen Mittelweg wenn nicht klar ist ob Kondensator, Mischbox oder Filmscanner zum Einsatz kommen, ist man mit Gamma 0,6 gut beraten. Den Gamma-Wert steuert man über die Entwicklungszeit. Für mich ist Gamma 0,6 erreicht, wenn ich sowohl mit dem Durst M370, als auch mit dem Meopta Color 3 am Magnifax Prints mit Gradation 2 1/2 ohne große Verrenkungen herstellen kann und meine Scanner das Negativ ebenfalls ohne das Herumschieben an den Reglern brauchbar scannen können.

Die Tabelle unten zeigt was man in etwa zu tun hat, wenn etwas mit dem Gamma-Wert, sprich Filmkontrast nicht stimmt:

Negativqualität	Papiergradation	Film-Entwicklungszeit	ISO-Korrektur
zu wenig Kontrast	3 1/2 bis 4 notwendig	20% zugeben	-1/3 bis -1/2 Blende
Kontrast normal	2 1/2	In Ordnung	keine
zu viel Kontrast	1 bis 1 1/2 notwendig	20% wegnehmen	+1/3 bis +1/2 Blende

Ein dichtes Negativ ist ein gutes Negativ, Überbelichtung ist besser als Unterbelichtung und Überentwicklung ist besser als zu wenig Entwicklung. Drei Aussagen, welche zusammenhängen und stimmen, wenn man das „über“ nicht stark übertreibt. In einigen vorigen Abschnitten, speziell aber in „*Push wird Pfus*“ und „*Den passenden Gammawert bei der Negativentwicklung festlegen*“ sind diese Aussagen bereits zu einem guten Teil enthalten und erklärt. Einen weiteren Faktor möchte ich aber jetzt erwähnen und zwar den Informationsgehalt. Bei unterbelichteten Negativen verläuft die Schwärzungskurve suboptimal, was heißt, dass speziell die Schattenbereiche an Durchzeichnung und damit Graustufen verlieren aber die Differenzierung der Lichter nicht im gleichen Maßstab steigt. Weniger Abstufungen enthalten weniger Bildinformationen und das ist der Grund eine Überbelichtung mit Augenmaß vorzunehmen. Bei der Negativentwicklung sollte ebenfalls darauf geachtet werden, dass die ausgetestete Entwicklungszeit eher üppiger als knapp gehalten wird. Mit den meisten Entwicklern ist eine Kontrastaufsteilung bei moderater Überentwicklung kaum wahrscheinlich. Beim Wehner-Entwickler habe ich einiges angestellt, bis die Überentwicklung zu Gamma 1,0 oder höher geführt hat. Ähnlich verhält sich auch der Kodak T-Max-Entwickler, nur Agfa Rodinal ist weniger tolerant.

Die Schattenseiten - nomen est omen - der reichlichen Belichtung sollte man aber auch im Hinterkopf behalten. Durch eine zu reichliche Belichtung verliert man Schärfe, weil die Lichthofschicht im Wirkungsgrad abnimmt und Licht in die Schicht zurückreflektiert. Dazu kommt noch, dass Silberkörnchen, wenn sie mit Unmengen von Licht überflutet werden aufblühen und die Körnigkeit steigt. Das verhält sich dann so ähnlich wie beim Push-Verfahren. Die mancherorts kolportierten fünf bis sechs Blenden Überbelichtung, welche ein Schwarzweiß-Film locker aushalten soll, würde ich mir genau anschauen und austesten, ob dem wirklich so ist.

Nach meiner persönlichen Erfahrung ist zu geringe Belichtung der Negative eher das Problem als Unterentwicklung. Unterbelichtung schleicht sich unbemerkt ein. Bei mir hängt das damit zusammen, dass ich Toleranzen minimiere und so exakt wie möglich arbeite. Manchmal war das aber zu exakt und so ist im Lauf der Jahre die Dichte meiner Negative um etwa 2/3 Blendenstufen geringer geworden, weil ich meine Schwarzweiß-Filme immer knapper eher wie Diafilm belichtet habe. Das ist zwar keine Katastrophe, wirkt sich aber bereits auf die Dichte aus und darf auf keinen Fall größer werden.

Bei den Filmen meiner Kunden zeigt sich eine eindeutige Tendenz zur stärkeren Unterbelichtung, die durchschnittlich bei einer vollen Blende beginnt. Das hat ebenfalls mit Toleranzen zu tun, nur wird in diesen Fällen ein sehr breiter Spielraum ausgenutzt. Warum es diesen Trend gibt, versuche ich zusammenzufassen:

- Als Fotograf hat man die Aufgabe jene Stelle im Motiv zu finden, welche einem mittleren Grauwert entspricht. Erwischt man ein zu dunkles mittleres Grau fällt die Belichtung zu schwach aus. Besonders bei Motiven mit einem hohen Kontrastumfang kann die Belichtungsmessung sehr schnell viel zu knapp ausfallen.

- Das Meßsystem der Kamera kann auch einen gewissen Anteil an Fehlbelichtungen haben. Manche (alte) Kameras besitzen ein sehr stark integral ausgelegtes Meßsystem, bei dem das gesamte Bildfeld undifferenziert erfaßt wird. Gemessen wird in so einem Fall ein Durchschnittswert, der für den Fotografen schwer zu interpretieren ist.

- Die Filmeempfindlichkeit an der Kamera wird falsch eingestellt. Wer einen ISO-100-Film mit der Einstellung auf ISO 800 belichtet, hat ein Problem.

- In Kameras integrierte Selen- und Cadmium-Meßzellen sind nach Jahrzehnten gealtert, ungenau geworden und zeigen falsche Werte an. Erfahrungsgemäß muß in so einem Fall die Meßzelle erneuert werden, weil die Abweichung vom echten Wert nicht linear über den Helligkeitsbereich verläuft.

- Zu guter Letzt kommen auch die Mechanik und der Verschuß der Kamera als Verursacher von Belichtungsfehlern in Frage. Bei Spiegelreflexkameras manifestieren sich mechanische Probleme eher in Überbelichtung, wenn die Blende nicht mehr schließt. Zentral- oder Sektorenverschlüsse können auch Unterbelichtung verursachen, wenn die hinter dem Verschuß liegende Blende verschmutzungsbedingt nicht mehr auf den vorgesehenen Wert öffnet oder klebrige Verschußlamellen nur mehr ganz wenig öffnen und sofort wieder schließen.

Eine Graukarte mit 18% Lichtreflexion ist die Meßreferenz für die Belichtungsmessung: Auf [troeszter.net](https://www.troeszter.net) wird ab und zu eine Graukarte mit 18% Reflexionsvermögen erwähnt. Auf diese Graukarte soll die Kalibrierung der Belichtungsmesser abgestimmt sein. Das stimmt so nicht ganz und ist eine Ungenauigkeit, die sich seit Jahrzehnten in Publikationen und im Internet hält. Die Kalibrierung von fotografischen Belichtungsmessern ist in einer ISO-Norm geregelt und jeder Hersteller verwendet seine Werksstandards, die auf dieser ISO-Norm 2720:1974 (<https://www.iso.org/standard/7690.html>) basieren. Mit der ISO 2720:1974 und den darin zugestandenen Toleranzen erreicht man herstellerübergreifend eine fast einheitliche Kalibrierung von Belichtungsmeßsystemen. Die ISO 2720:1974 und die Werksstandards haben, wenn man das so sehen will, nur zwei Schönheitsfehler. Erstens: In der ISO-Norm findet sich kein Bezug zur 18%-Graukarte. Zweitens: Wer sich die Norm genauer ansieht und nachrechnet, kann erkennen, dass der Reflexionsgrad für ein sauber kalibriertes System in einem Bereich zwischen 12% bis 15% Reflexion zu liegen hat. Damit ist eine (keinesfalls vernachlässigbare) Differenz von 1/2 Blende zur 18%-Graukarte gegeben. Hat man irgendwo eine noch nicht vergilbte Graukarte herumliegen und überlegt deren Verwendung, wäre das Meßergebnis um +1/2 Blende zu korrigieren. Dann ist wieder alles gut. Wer nachsehen will findet hier die nicht ganz komplette ISO 2720:1974-Norm: [<https://www.troeszter.net/Download/Duka/Data/ISO-2720-1974-incomplete.pdf>] Meine Meinung: Eine Graukarte ist entbehrlich. Wenn die Messung wirklich genau sein soll, schnappt man sich einen Handbelichtungsmesser und bestimmt mittels Lichtmessung die auf das Objekt fallende Lichtmenge. Die Lichtmessung ist nämlich nicht nur in der professionellen Fotografie immer die richtige Wahl und einer unkorrigierten Messung auf eine 18%-Graukarte immer überlegen.

Rotationsentwicklung, Kippentwicklung oder Standentwicklung? Bereits in Teil IV. habe ich dieses Thema abgehandelt. Wer sich mit Rotationsentwicklung beschäftigen möchte, findet hier einen Bericht zur Jobo CPE 2, die es in Form der Jobo CPE3 wieder neu zu kaufen gibt: <https://www.troeszter.net/JoboCPE2.html>

Alternativen zur Jobo CPE 2 gibt es auch, zum Beispiel in Form eines Simma-Roller, der immer wieder auf Flohmärkten zum Schnäppchenpreis auftaucht. Der Comot von Durst erfüllt den gleichen Zweck und ist ebenfalls mit viel Glück günstig am Flohmarkt zu haben. Diese Rollendreher wurden eigentlich für die großen Papiertanks gebaut, es gibt aber Möglichkeiten zum Umbau für die Verwendung von Filmentwicklungs Dosen: <https://www.troeszter.net/Download/Duka/SimmaRoller/Simma-Roller.pdf> Der Simma-Roller ist unter anderem auch für große Entwicklungs Dosen wie Paterson System 4 für 5x135-Spiralen perfekt.

Im Winter 2022/23 habe ich mir ein einfaches Dosenkippergerät gebaut. Doki ist für handelsübliche Entwicklungs Dosen mit einer Kapazität von zwei oder drei 135er-Filmspulen und einem Außendurchmesser von 100 Millimetern ausgelegt. Es hat nichts anderes zu tun, als das Kippen der Dose zu übernehmen und in der Entwicklerflüssigkeit eine ausreichende aber nicht zu starke Verwirbelung und eine gleichmäßige Umspülung der Filmoberfläche aufrecht zu erhalten. Meiner Erfahrung nach ist Dauerkippentwicklung mit der Rotationsentwicklung identisch. Wer will, kann Doki natürlich auch für die klassische Stand-Kipp-Entwicklung verwenden. Doki muss man sich selbst bauen, hier steht wie es geht: <https://www.troeszter.net/Download/Duka/Doki/Doki.pdf>

Persönlich bevorzuge ich eine dauernde Bewegung der Flüssigkeiten während der Filmentwicklung, wobei hinsichtlich der Intensität der goldene Mittelweg gefragt ist. Zu geringe Agitation kann ungleichmäßige Entwicklung des Films verursachen und als weiteren Nebeneffekt den Kontrast verringern. Reine Standentwicklung ist anfällig auf Bromidfahnen (von der Perforation ausgehende Schleier ins Negativ) und man erreicht kaum einen Kontrast über Gamma 0,5. Ein zu viel Bewegung erhöht den Kontrast und kann ihn bis auf Gamma 0,8 mit beinharten Negativen treiben, außerdem steigt die Anfälligkeit für Schaumbildung in der Entwicklerflüssigkeit. Zu viel Bewegung kann auch die Schattenzeichnung vermindern.

Man bewegt auch Stoppbad, Fixierer und Wässerung. Bei allen drei Bädern ist die gleichmäßige und intensive Benetzung der Filmoberfläche der Hauptgrund. Vor allem bei der Wässerung verstärkt man den Wirkungsgrad durch eine dauernde Bewegung. Sehr gut kann man das bei Kodak T-Max-Filmen erkennen. Sind noch die für eine kaum sichtbare purpurne Färbung verantwortlichen Sensibilisierungsstoffe in der Schicht, werden diese zuverlässig ausgewaschen. Nach vier Mal Wässerung ist das Wasser klar.

Wie ist das mit dem Stoppbad - kann man es weglassen? Stoppbäder sind stark verdünnte Säuren, deren Aufgabe es ist nach Ablauf der Entwicklungszeit die Entwicklerreste in der Filmschicht zu neutralisieren und aus der Schicht herauszulösen. Damit wird der Entwicklungsvorgang zuverlässig beendet. Das klingt erst einmal recht gut, denn vor allem bei kurzen Entwicklungszeiten braucht man nicht in Hektik zu verfallen und kann sich mit dem Nachleeren des Fixierers mehr Zeit lassen. Das Fixierbad wird geschont und lebt länger, was man auch als Vorteil sehen sollte. Ein Stoppbad funktioniert aber nur, wenn man ihm die berechnete Aufmerksamkeit zukommen lässt. Sehr oft wird es viel zu sauer angesetzt, weil man über den Daumen gepeilt ein paar kräftige Spritzer Essigsäure in

einen Liter Wasser träufelt. Dann übersäuert die Filmschicht, mit der Folge, dass der nachfolgende Fixiervorgang lange dauert. Außerdem wird sich nach ganz wenigen Filmen ein übler Geruch breit machen, denn im Fixierer fällt durch verschleppte Stoppbad-Reste Schwefel aus und das riecht entsprechend streng.

Das Stoppbad kann man aus Essigsäure oder Zitronensäure herstellen. Zwei Prozent Säureanteil sind genug. Man kann sich das gut ausrechnen und gegebenenfalls mit einer Spritze die benötigte Kleinmenge aus der Flasche mit dem Konzentrat ziehen. Bei 60%iger Essigsäure sind das winzige 23ml auf ein 1000ml Wasser. Schutzbrille und Handschuhe sind beim Ansatz selbstverständlich und unverzichtbar. Essigsäure macht sich durch den charakteristischen Geruch bemerkbar, Zitronensäure ist geruchlos. Die Wirkung ist bei beiden Säuren gleich. Bei mir kommt das Stoppbad nur einmal zur Anwendung. Wie andere Lösungen erschöpft es sich und wegen der geringen Kosten ist mir eine Kontrolle mit Indikatorstreifen zu aufwendig.

Bei langen Entwicklungszeiten von 10 Minuten und länger, kann man das Stoppbad zur Not durch reines Wasser ersetzen. Der Tausch der Flüssigkeiten sollte zügig erfolgen und das Wasser exakt die Temperatur des Entwicklers haben. Mehrmals die Dose heftig kippen und dann zügig zum Fixierer wechseln.

Mysterien rund um den Fixierer und die Wässerung sind eigentlich keine. Den Fixierer setzt man nach Vorgabe an und sieht zu, dass er immer ausreichend wirksam ist.

Beim Fixierbad bitte nicht sparen. Das gilt für alle Schwarzweiß-Filme und erst recht für Flachkristallfilme, die längere Fixierzeiten brauchen und den Fixierer schneller erschöpfen. Die Devise lautet: eher früher als später erneuern.

Eine eventuelle Regenerierung dient der Funktionserhaltung und nicht der Funktionsverlängerung des Fixierers. Die anschließende Wässerung ist für mich ein wichtiger Bestandteil des Fixiervorganges, der präzise ausgeführt gehört. Schwarzweiß-Filme mit klassischer kubischer Emulsion fixiert man gemäß den Vorgaben. Flachkristallfilme sind wie erwähnt etwas anspruchsvoller und als Besonderheit enthalten Kodak T-Max-Filme in der Emulsionsschicht zusätzlich Sensibilisierungsstoffe, die eine leicht purpurne Tönung auf den Negativen verursachen. Die machen die Fixierung und Wässerung nochmals komplizierter. Aber der Reihe nach.

Um die elendlangen Fixierzeiten kommt man bei Flachkristallfilmen wegen der darin enthaltenen Silberjodide nicht herum. Bei einer Temperatur von 20°C bis 22°C brauche ich um die zehn Minuten Fixierzeit bis der Film nur mehr jenen ganz geringen Hauch von purpurner Tönung hat, die auf Sensibilisierungsstoffe zurückzuführen ist und die man durch die Wässerung auswaschen kann. Hat der Film eine nach Rosa tendierende Tönung, ist er nicht ganz ausfixiert. Der Farbunterschied Rosa und Purpur ist subtil aber nach ein paar Filmen erkennt man, ob ungenügend fixiert oder ungenügend gewässert wurde. Fakt ist: ausfixierter T-Max 400 darf nach der Wässerung und Trocknung keine Färbung haben. Die Gründe für eine Färbung liegen entweder in einem Fehler bei der Fixierung - falsch angesetztes oder verbrauchtes Fixierbad oder zu kurz fixiert - beziehungsweise in einer ungenügenden Wässerung.

Wasser zu sparen ist wichtig und das klappt mit der folgenden Methode sehr gut: Entwicklungsdose mit Wasser füllen und drei Minuten ununterbrochen bewegen. Danach neu füllen und vier Minuten

ununterbrochen bewegen. Danach zwei Schritte mit jeweils frischem Wasser jeweils fünf Minuten bewegen. Das reicht für kubische Emulsionen. Nur bei T-Max-Filmen auf eine Restfärbung achten. In einem weissen Ausgussbecken sieht man sehr schwach, ob das weggekippte Wasser noch geringfügigst Purpur gefärbt ist. Sollte das nach der vierten Wässerung noch immer der Fall sein (sehr selten), wässere ich ein fünftes Mal. Danach war das Wasser bisher immer klar und die Negative ohne Färbung.

Die Reichweite des Fixierbades und wie man sie narrensicher bestimmt ist auch immer gut für eine Frage. Wer keine Lust auf Experimente mit Klärzeiten oder Kaliumjodid hat, die bei Flachkristallfilmen ohnehin nur Näherungswerte sind, der kann sich an meinen Erfahrungswerten orientieren: Mit 500ml Ilford Rapid Fixer Arbeitslösung bekommt man ohne Regenerierung maximal zwölf Kleinbildfilme mit 36 Aufnahmen oder zwölf Rollfilme 120 fixiert und keinen Film mehr. Mit diesem Wert ist man bei Flachkristallfilmen nur auf der sicheren Seite, wenn man Essigsäure-Stoppbad zwischen Entwickler und Fixierbad verwendet.

Fixierbad kann man regenerieren, also mit frischer Lösung aufpäppeln um die Wirksamkeit zu erhalten. In der Praxis geht das nur begrenzt, weil der Fixiervorgang eine sogenannte Gleichgewichtsreaktion ist, die mit jedem fixierten Film langsam aus der Balance gerät. Irgendwann haben sich aus Entwickler und Stoppbad verschleppte Stoffe eingelagert aber vor allem reichert sich die Lösung mit Silber an. Ein zu hoher Silberanteil verhindert entsprechend den Gesetzmäßigkeiten der Gleichgewichtsreaktion, dass neues Silber aus dem Film aufgenommen werden kann. Ist die Sättigungsgrenze im Fixierbad überschritten, schwächelt es trotz Regenerierung. Das ist jetzt extrem vereinfacht erklärt, aber man kann sich ungefähr vorstellen, was da abläuft. Daraus folgt, dass es nichts bringt bei verbrauchtem Fixierer immer wieder Regenerat nachzufüllen. Die Fixierzeit zu verlängern oder verstärkte Bewegung bringt wegen der Silbersättigung auch keinen Erfolg und es hilft nur der komplette Austausch der Arbeitslösung.

Für mich hat sich die Regenerierung wie folgt bewährt: Ansatz 500ml, frischer Fixierer wird die ersten fünf Filme nicht regeneriert, danach die nächsten fünf Filme mit 30ml Arbeitslösung pro Film. Ab dem zehnten bis zum siebzehnten Film regeneriere ich mit 45ml pro Film. Nach siebzehn Filmen oder wenn der Fixierer eine seltsame Farbe annimmt beziehungsweise ungewöhnlich riecht, entsorge ich das Fixierbad. Für mich ist das ein guter Mittelweg. Der Materialeinsatz bewegt sich in einem vernünftigen Rahmen und es besteht zu keinem Zeitpunkt die Gefahr, dass mir der Fixierer stirbt und die Filme hinüber sind.

Als Alternative zur Regenerierung gäbe es auch noch die Zwei-Stufen-Fixierung, bei der man zwei Gebrauchslösungen ansetzt. Fixiert wird bei Flachkristallfilmen fünf bis sechs Minuten in der Lösung A und danach fünf bis sechs Minuten (oder bis der Film ausfixiert ist) in der Lösung B. Nach acht Filmen entsorgt man die Lösung A und die Lösung B rückt an deren Stelle. Die neue Lösung B ist dann wieder ganz frisch. Der Vorteil dieser Methode ist, dass die Fixierbäder gut ausgenutzt werden und es niemals Probleme mit der Silbersättigung geben wird. Der Nachteil ist ein weiterer Verarbeitungsschritt, der Zeit kostet. Deshalb bleibe ich vorerst bei der Regenerierung.

Geschirrspülmittel ist als Netzmittel ungeeignet. Das stimmt völlig. Ein Geschirrspülmittel eignet sich nicht als Netzmittel, weil es zwar Bestandteile zur Verringerung der Oberflächenspannung von Wasser enthält, dazu kommen aber Ingredienzien in Form von rückfettenden Substanzen. Die sollen die Haut schützen, für den Film sind sie aber schlecht. Als Netzmittel nimmt man Ilford Ifotol, Adox Adotol oder Kodak Photo-Flo um nur die bekanntesten zu nennen. Wie ich im Bericht zum Kodak T-Max 400 und den Wehner-Entwickler beschrieben habe, verwende ich den Fujifilm CN-16N4 Superstabilizer aus dem C-41-Prozeß, der ebenfalls seine ihm angedachte Funktion erfüllt. Netzmittel gehören entsprechend den Vorgaben angesetzt. „Ein paar Spritzer“ in die Entwicklungsdose und mit Wasser auffüllen kann genügen - oder auch nicht. Netzmittel kann man mehrmals verwenden, es erschöpft sich genau wie die anderen Bäder im Schwarzweiß-Prozess und gehört regelmäßig erneuert. Mit richtig angesetzten, wirksamen Netzmittel gehören Kalkflecken auch bei hartem Wasser der Vergangenheit an.

Entwickelte Filme am besten an der Luft trocknen lassen. Auch da stimme ich uneingeschränkt zu. Vor vielen Jahren war ich noch ungeduldig und habe mir die Dramen mit Trockenschränken, dem Haarfön und Eigenkonstruktionen bestehend aus Computerlüftern gegeben. Trotz Filtern vor den mechanischen Lüftern gab es die Staubplage, nur um schnell zu getrockneten Negativen zu kommen. Heute habe ich Zeit und hänge die meine Filme in der Dusche vom Gästebad auf. Dort haben sie ihre Ruhe und meistens ist die Luftfeuchtigkeit ausreichend um Staub in der Luft etwas zu binden. Damit sich die Filme im getrockneten Zustand nicht einrollen beschwere ich sie mit einer Klemme am unteren Ende. Nach frühestens vierundzwanzig Stunden beschäftige ich mich dann intensiver mit den Negativen, vorher lasse ich sie in Ruhe trocknen.

Treten beim Vergrößern oder beim Scannen Staubprobleme auf, habe ich mein bewährtes Trio an Antistatikprodukten. Das orange Ilford Antistaticum-Tuch ist ein Dauerbrenner in der Dunkelkammer. Es ist preiswert, praktisch und seit Jahrzehnten in der gleichbleibenden Qualität zu bekommen. Man wischt vorsichtig über das Negativ und meist hat sich das Staubproblem erledigt. Ist dem nicht so, kommt meine Kinetronics Antistatikbürste zum Einsatz. Das Modell mit 60mm Breite reicht für Kleinbildfilm oder Rollfilm 120 und kostet nicht die Welt. Aus Altbeständen habe ich vor fünfzehn Jahren ein Antistatik-Gerät von Fujifilm ergattern können. Das Gerät gibt es nicht mehr, es entspricht aber in etwa dem Kinetronics StaticVac SV-4400U. Derartige Antistatik-Geräte sind neu fast unerschwinglich, sie werden gebraucht sehr selten angeboten, sind aber die absolut wirksamen Staubkiller. Wer so etwas haben will, muss geduldig sein und lange suchen.

Negative sehen lernen! Damit ist nicht nur der Blick für das Motiv und die Bildgestaltung gemeint. Es ist möglich Schwarzweiß-Negative ob ihrer grundsätzlichen Eigenschaften visuell zu beurteilen. Voraussetzung ist, dass man sich das Aussehen eines einwandfrei belichteten und entwickelten Negativstreifens eingepägt hat. Dazu gehört Erfahrung und man muß auf das Filmmaterial eingearbeitet sein. Die erste Beurteilung nach der vollständigen Trocknung erfolgt am Leuchtpult mit dem Fadenzähler. Dort kontrolliert man die Einbelichtungen am Filmrand neben der Perforation. Sind sie zu fett, zu dünn oder genau richtig? Dann sieht man sich die Transparenz unbelichteter Negativeile an. Dazu ist es erforderlich den Grundschleier des Films zu kennen. Filme mit einem geringen Grundschleier und einem hochtransparenten Träger erscheinen immer etwas zu dünn.

Filme mit einem hohen Grundscheier, die geringfügig milchig wirken, lassen die Negative immer etwas zu dicht erscheinen.

Am Leuchtpult sieht man bei Fehlern auch um welche Unzulänglichkeiten es sich handelt. Erkennbar sind Unterbelichtung, Unterentwicklung, Überbelichtung und Überentwicklung, die alle unterschiedlich aussehen. Bei Belichtung und Kontrast läßt sich bei einwandfreien Negativen abschätzen ob sie so weit den Vorstellungen und Erwartungen entsprechen. Man kann auch prüfen, wie es mit den Graustufen aussieht und eine erste Bestimmung der Zeichnung von Lichtern und Schatten vornehmen. Damit kommt man schon so weit, dass man verlässlich sagen kann, ob die Negative etwas taugen. Einzig beim Gamma-Wert zeigt nur eine Testvergrößerung, ob Gamma und Vergrößerer harmonieren, denn eine visuelle Bestimmung ist da unmöglich.

Lagerung und Haltbarkeit von Filmen und Negativen: kühl und trocken ist beim unbelichteten Filmmaterial gefragt. Ich lagere meinen Filmvorrat im Winter in einer Stapelbox mit Deckel am Balkon. Die Lagerung im Außenbereich ist zwar mit Temperaturschwankungen von +5°C bis -20°C verbunden, das Filmmaterial hält das aber aus. Im Sommer gebe ich die Filme in den Kühlschrank, wobei ich da immer wieder (berechtigte) Diskussionen mit meiner Frau riskiere. Das Überziehen des Ablaufdatums um drei bis fünf Jahre ist bisher ohne Veränderungen am Film geblieben.

Die entwickelten Negative kommen in Pergaminhüllen, wie ich das schon in Kapitel IV. beschrieben habe. Gelagert werden die Negative in meinem Büro bei Raumtemperatur. Schwarzweiß-Film hat in diesem Bereich einen großen Vorteil gegenüber Farbfilm und das ist das Silber, mit dem das Bild aufgebaut ist, denn Silber ist ein Biozid. Die SANOSIL AG, den Schweizer Spezialisten für Desinfektionsmittel, darf ich zu den drei Wirkungsmechanismen von Silber zitieren:

- 1. Metallionen beeinflussen die Permeabilität (Durchlässigkeit) der Zellmembrane. Dadurch werden Mikroorganismen empfindlich geschwächt und massiv anfälliger auf oxidierende Biozide.*
- 2. Silber bindet sich an die Schwefelbrücke von Proteinen und stört so die Enzymaktivität von Mikroorganismen. (Silber bildet mit Thiolgruppen von Enzymen Sulfide und reagiert mit Amino- und Carboxygruppen von Enzymen. Diese werden dadurch inaktiviert) Ergo ist die Möglichkeit der Energiegewinnung für die Zelle eingeschränkt und sie „verhungert“.*
- 3. Silber bildet mit der Erbsubstanz von Mikroorganismen (DNA und RNA) Komplexe und stört so die Vervielfältigung. Die Vermehrung wird gehemmt und/oder kommt komplett zum Erliegen.*

Das klingt schon recht gut und bedeutet, dass Schwarzweiß-Negative eher nicht dem Angriff von Mikroorganismen zum Opfer fallen werden. Die Erfahrungen der letzten hundertneunzig Jahre haben gezeigt, dass Schwarzweiß-Materialien tatsächlich eine relativ gute Haltbarkeit besitzen, so lange auch das Trägermaterial mitmacht. Das gelingt bei Glas, Cellulose-Triacetat und Polyester als Träger gut, nur Nitrofilm neigt zur Zersetzung und kann zu einem brandheißen Problem werden. Kurz

gesagt: Bei Raumtemperatur und trockener Lagerung bestehen gute Chancen, dass die aktuellen Schwarzweiß-Filme länger als eine Menschengeneration erhalten bleiben. Was will man mehr.

Wie geht man mit abgelaufenem und überlagertem Filmmaterial um? Auf der Verpackung von Filmmaterial ist ein Ablaufdatum aufgedruckt. Bis zu diesem Datum werden die Eigenschaften des Filmmaterials vom Filmhersteller garantiert. Das bedeutet aber noch nicht, dass der Film bei Überschreitung des Datums sofort unbrauchbar wird. Meiner Erfahrung nach kann bei einigermaßen materialgerechter Lagerung das Ablaufdatum locker um drei bis fünf Jahre überschritten werden. Wie schon an anderer Stelle erwähnt, setzt das eine trockene und so gut es geht kühle Lagerung voraus. Das Ablaufdatum kann bei Tiefkühlagerung wirklich lange überzogen werden, ohne qualitative Einschränkungen befürchten zu müssen. Ein Jahrzehnt sollte kein Problem darstellen.

Bei Schwarzweiß-Filmen, über deren Lagerung nichts bekannt ist, geht man davon aus, dass pro Jahrzehnt Überschreitung und gleichzeitig schlechter Lagerung die Filmempfindlichkeit um eine Blende abnimmt. Aus einem Film mit ISO 400 wird demnach ein Film mit ISO 200 oder ein ISO 100-Film reduziert sich auf ISO 50.

Daraus folgt: Filme, welche man selber vor Jahren eingelagert hat, braucht man üblicherweise peu á peu auf. Da bemerkt man jede Veränderung sofort und Tests sind fast nie erforderlich. Überlagerte Schnäppchen-Filme mit unbekannter Herkunft kauft man in der 10er- oder besser 20er-Packung und opfert einen Film für das Eintesten. Danach kennt man die Eigenschaften des Materials.

Die Filmentwicklung erfolgt auch bei den Schnäppchen-Filmen entsprechend jener, die man für frische Ware verwendet. Ich erinnere daran, dass die Veränderung der Entwicklungszeit primär den Kontrast steuert und in diesem speziellen Fall weniger als Push-Entwicklung wirkt. Bei sehr schlecht gelagerten Schwarzweiß-Filmen kann eine Erhöhung des Kontrasts aber erforderlich sein, denn zu hohe Temperaturen bei der Lagerung lassen Schwarzweiß-Film flau werden und den Grundschleier ansteigen. Auf *troeszter.net* gibt es eine Seite, die sich mit diesem Thema beschäftigt: <https://www.troeszter.net/AlteFilme.html>

Hybride Arbeitsweise: Als hybride Arbeitsweise bezeichnet man die Bildaufzeichnung auf analogem Film und nach der Entwicklung zu Bilddateien eingescannte Negative samt deren Weiterverarbeitung am Computer. Hybrid zu arbeiten bedeutet per se nichts Schlechtes. Es kommt darauf an, was man daraus macht. Viele Fotografen belichten nur den Film in der Kamera und das war es dann. Die Filmentwicklung und die Scans erfolgen im externen Labor. Dazu habe ich eine ambivalente Einstellung, weil die Resultate ausschließlich von der Laborqualität und dem Menschen am Bedienpult des Scanners abhängen.

Besser sieht die Sache aus, wenn man selbst entwickelt, einscann und bearbeitet, also den Arbeitsablauf vollständig unter eigener Kontrolle hält. Da hat der hybride Arbeitsablauf sogar einen kleinen Vorteil gegenüber der Dunkelkammer, weil man auf jedem für die Bildbearbeitung geeigneten Computer and jedem x-beliebigen Ort arbeiten und diese Tätigkeit nach belieben auch unterbrechen kann. Man sollte aber aufpassen, dass man nicht in die Hochkontrast-Schiene

abgeleitet, weil Scanner und Monitor einen größeren Dynamikbereich im Vergleich zu Schwarzweiß-Fotopapier haben.

Literatur zu diesem Themenbereich - braucht man die noch? Ich würde sagen, es kommt darauf an. Bei der Internet-Recherche liest man zwar recht viel, nur sind das in der Regel die berühmten Artikel mit nicht mehr als acht Zeilen Länge. Eine große Menge an Inhalt geht sich da nicht aus und wenn Internetseiten aus dem Netz genommen werden, sind auch deren Inhalte nicht mehr abrufbar und in der Regel für immer verloren. Literatur in Buchform hat den Vorteil ausführlicher zu sein. Bücher kann man Jahrzehnte in einem Regal aufbewahren und sie sind noch immer lesbar. Ohne jede Backup-Strategie und ohne weitere Hardware, die man aufheben muß. Wie überall anders auch veralten die Inhalte, aber für Recherche-Zwecke sind auch alte Bücher eine gute Informationsquelle. Meine private Fotobibliothek ist ein paar Regalmeter lang. Neben aktuellen Werken lagern dort uralte Bücher mit Rezepten zu Fotochemie und Kameratechnik längst vergangener Epochen. Kein Mensch braucht so etwas noch. Meine Empfehlung für die minimalistische Fotobibliothek besteht aus diesem Grund aus genau zwei Werken. Die bekommt man um wenig Geld auch gebraucht, zum Beispiel bei Medimops, und sie enthalten konzentrierte Informationen zum Thema Fotografie. Ein Buch beschäftigt sich mit Gestaltung und das andere mit Fototechnik. Diese „Zwei-Buch-Bibliothek“ reicht als Einstieg völlig aus:

Sehr oft kauft man sich eine analoge Kamera und erst danach kommt der Wunsch auf, mehr über deren Technik zu wissen. Da kommt *Analoge Fotografie* von Andrew Bellamy, ein reines Handbuch zur Fototechnik, gerade recht. Es ist für Nutzer geeignet, die gar keine oder nur geringe Erfahrungen mit analoger Fotografie haben und sich deren technischen Grundlagen erschließen möchten. Dann ist es gut mit Hilfe zahlreicher Abbildungen Fotografie-Know-How anschaulich vermittelt zu bekommen ohne zu sehr ins Detail gehen zu müssen. Der Informationsgehalt beschränkt sich auf die Grundlagen wie im Großen und Ganzen ein analoger Fotoapparat funktioniert. Die Technik einer Spiegelreflexkamera unter der Lupe findet man hier nicht und wer Tipps und Tricks erwartet, die ihm helfen eine steckengebliebene Kamera wieder flott zu kriegen oder die verklebten Blendenlamellen in einem Objektiv zu säubern, wird enttäuscht sein. Das ist nicht der Sinn eines solchen Buches und für solche Fälle gibt es andere Literatur. In diesem Buch geht es eben um die ganz profanen Dinge und das technische Wissen bleibt an der Oberfläche. Ich werde auch das Gefühl nicht los, dass Aufbau und Gestaltung auf ein Publikum ausgelegt ist, welches bevorzugt kürzere Texte liest und viel Wert auf Abbildungen legt. Irgendwie paßt das zu meiner keep-it-simple-Philosophie und deshalb gefällt mir das Buch.

Die hohe Schule der Fotografie von Andreas Feininger ist die zweite Buchempfehlung und für mich das Standardwerk bezüglich Methodik und Darstellungsformen in der Fotografie. Ich bespreche hier das Heyne-Taschenbuch mit dem Erscheinungsjahr 1977, erkennbar an der alten Rechtschreibung. Es sollte mit der aktuell angebotenen Version bis auf Kleinigkeiten übereinstimmen. Das Buch besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil ist etwas mehr als 90 Seiten stark, besteht nur aus Text ohne Abbildungen und ist eine Tour de Force durch die Fototechnik und Ausrüstung. Der kompakte Aufbau des für mich weniger wichtigen ersten Abschnitts im Buch mag manche irritieren, aber Andreas Feininger arbeitet das gesamte Gebiet der Fototechnik sehr gut strukturiert ab ohne dabei zu langatmig zu werden. Und das stört nicht im Geringsten. Der dichte Inhalt der ersten 90 Seiten erfordert jedoch einen aufmerksamen Leser, was in der Taschenbuchausgabe ermüden kann.

Viele Bilder gibt es im zweiten Abschnitt auf ungefähr 250 Seiten, wo Methodik und Darstellungsformen überwiegend visuell beschrieben werden. Die Druckqualität in den späten 70er war weniger berauschend, für ein „Lehrbuch“ reicht die Bildqualität aber. Die Abbildungen sind rein auf den Zweck ausgerichtet, was bedeutet, dass man bis auf Ausnahmen keine Schönbilder erwarten kann. Der zweite Teil eignet sich auch gut als Nachschlagewerk, wenn man sein Wissen bezüglich Bildkomposition und Motivauffassung wieder einmal auffrischen will.

Die hohe Schule der Fotografie ist für alle geeignet, die sich bereits mit Fotografie beschäftigt haben und bietet einerseits Anfängern Informationen bis zur Erschöpfung aber andererseits auch fotografisch Gebildeten noch genügend Anregungen. Das Werk stammt ursprünglich aus dem Jahr 1961 und enthält auch einige Passagen, die technologisch überaltert wirken und auch sind. Presse-Kameras spielen heute keine Rolle mehr, aber zum Beispiel Dunkelkammertechniken werden noch immer, wenn auch in bescheidenem Umfang, nachgefragt.

Ich persönlich mag Andreas Feininger als Autor und natürlich als Fotograf, auch wenn seine Anmerkungen über zum Beispiel „armselige Praktiken“ oder Aussagen nur die großen Negativformate würden selig machen, borniert klingen. Sein Faible für die Fachkamera, bei ihm noch als Atelier-Kamera bezeichnet, schlägt auch ganz gewaltig durch. Solche Kleinigkeiten seien ihm nachgesehen, denn die Stärke Feiningers ist seine prägnante Art Dinge zu beschreiben. Kürzer geht es kaum. Andere Autoren, mich eingeschlossen, würden niemals mit nur 370 Seiten das Auslangen finden und dabei diesen Themenkomplex ausreichend erfassen.

Fazit: Sie haben alle Seiten schön brav durchgelesen? Echt jetzt, wirklich die ganzen vielen Seiten? Und jetzt sind Sie sauer auf mich, weil Sie bei Recherchen im Internet herausgefunden haben, dass auch ganz andere Standpunkte zu diesem Thema ventiliert werden? Mein Bestreben bei dieser Zusammenfassung war nicht die maximale Komplikation, sondern eine vernünftige Grundlage für die handwerkliche Seite der Schwarzweiß-Filmentwicklung zusammenzubauen.

Jetzt müssen Sie herausfinden, ob meine keep-it-simple-Empfehlungen für Sie etwas bringen oder nicht. Vielleicht stellen Sie schon nach den ersten selbst entwickelten Filmen fest, dass Sie doch eher zum super-überdrüber-Zonensystem-Feinstkorn-Fineprint-Artisten tendieren. Dann haben Sie mit diesen Seiten wahrscheinlich Ihre Zeit verschwendet. Formeln wie $D = \log(t) - \log(t_a)$ [Berechnung der Dichte über dem Grundscheier] sind nicht meine präferierte Welt, ich bin eher der pragmatische Praktiker. Ich will Resultate erzielen und ich bin durchaus bereit aus Fehlschlägen zu lernen, wenn mir etwas außer Kontrolle geraten ist. Sehen Sie das ebenfalls so, dann können Sie meine Arbeitsweise teilweise oder ganz für sich gebrauchen. Mehr wollte ich gar nicht und damit willkommen in der Welt der Schwarzweiß-Filmentwicklung.