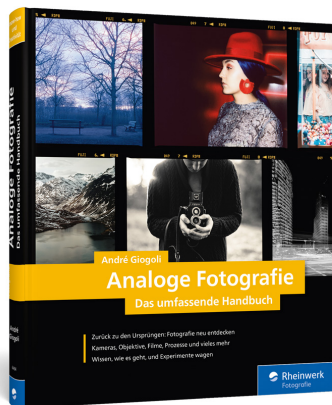


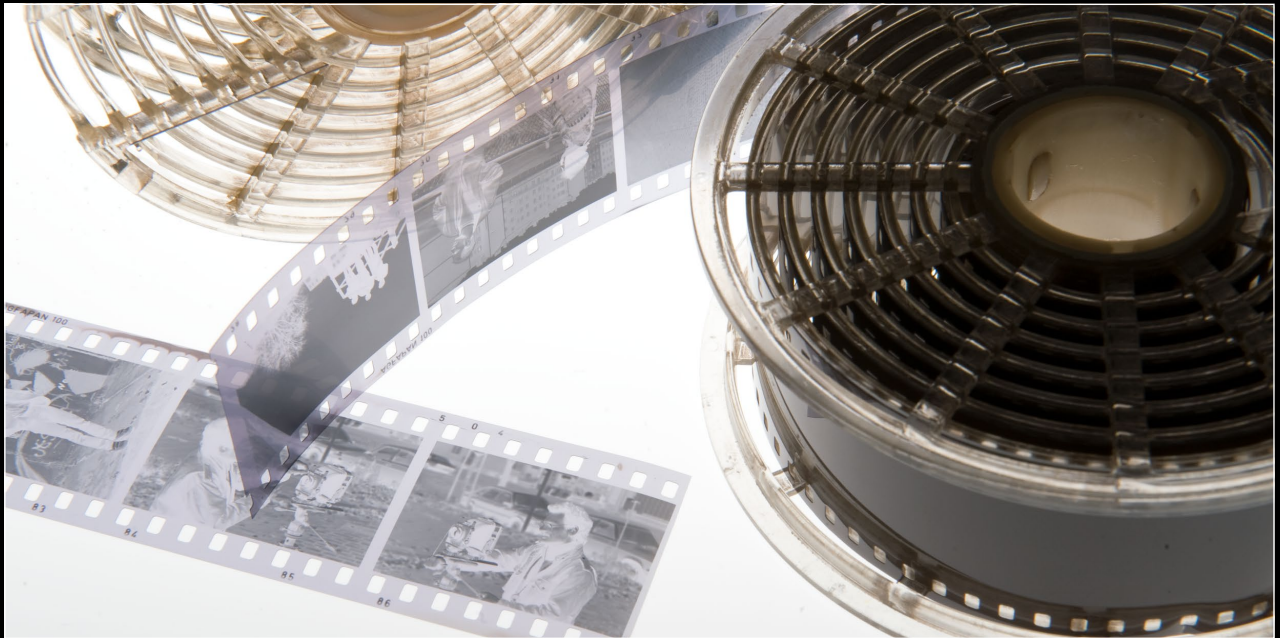
André Giogoli

# Analoge Fotografie

*Das umfassende Handbuch*



339 Seiten, gebunden, 39,90 Euro  
ISBN 978-3-8362-6484-6  
[www.rheinwerk-verlag.de/4705](http://www.rheinwerk-verlag.de/4705)



## KAPITEL 5

# VON DER BELICHTUNG ZUM NEGATIV

---

Ihren ersten Film haben Sie belichtet, und wie geht es nun weiter?  
Dieses Kapitel zeigt Ihnen, wie Sie Ihre Filme selbst entwickeln  
können, egal, ob es schwarzweiße oder farbige, Negativ- oder  
Diapositivfilme sind.

# VON DER BELICHTUNG ZUM NEGATIV

*Entwickeln Sie Ihre Filme doch einfach selbst*

Was machen Sie mit Ihren belichteten Filmen? Am Anfang geben Sie diese vielleicht noch in einer Drogerie oder bei einem Fotofachhändler ab. Die Filme werden dann meistens auf dem Postweg zur Entwicklung in die Großlabore geschickt, und es dauert einige Tage, bis Sie diese wieder in der Hand haben. Oder Sie haben das Glück, eines der wenigen noch existierenden Fotofachlabore an Ihrem Wohnort zu finden. Eine Linkliste zu den Anbietern analoger Laborarbeiten im deutschsprachigen Raum finden Sie im Anhang. Aber vielleicht dauert Ihnen das alles zu lange. Oder Sie möchten, da Sie sich bewusst für die filmbasierte Fotografie entschieden haben, auch die dazugehörigen Prozesse kennenlernen und anwenden. Dann entwickeln Sie Ihre Filme doch einfach selbst.

## 5.1 Aufwand und Möglichkeiten

Filmentwicklung ist nicht schwer und bedarf am Anfang keiner großen Investitionen. Sie brauchen nur einen absolut dunklen Raum, in dem Sie Ihren Film in eine Filmentwicklungsdose spulen können. Alle weiteren Arbeitsschritte der Filmentwicklung erfolgen wieder bei Licht. Am meisten Einfluss auf das Ergebnis können Sie im Schwarzweiß-Prozess nehmen. Denn hier können Sie mit den diversen angebotenen Entwicklern das Filmkorn, den Schärfeeindruck und das Kontrastverhalten Ihres Negativs beeinflussen und damit die Wirkung Ihrer Motive unterstützen. Bei den beiden Farbprozessen C41 für Farbnegative und E6 für Farbdia kommt es nur darauf

an, die Prozesszeiten und -temperaturen möglichst exakt einzuhalten, damit es zu keinen Farbverfälschungen kommt.

## 5.2 Die Arbeitsmittel

Bevor Sie Ihren ersten Film entwickeln, müssen Sie sich ein paar wenige Geräte besorgen – sofern Sie sie nicht schon zum Teil besitzen. Alles, was Sie benötigen, erhalten Sie im spezialisierten Online-Fachhandel – teilweise in bereits fertig zusammengestellten Starter-Sets –, vieles auch gebraucht oder im Haushaltswarengeschäft um die Ecke. Im Einzelnen benötigen Sie:

- eine Filmentwicklungsdose
- diverse Messbecher, Messzylinder, Trichter und Einwegspritzen (ohne Nadel)
- ein Laborthermometer
- einen Rührstab (nicht aus Holz)
- leere Laborflaschen
- einen Filmrückholer oder Filmpatronenöffner
- eine Schere
- eine Uhr mit Sekundenanzeige
- Filmklammern
- Negativhüllen

Die Filmentwicklungsdose (siehe Abbildung 5.1) ist Ihr zentrales Arbeitsmittel in dieser Phase. Ihre Basis ist ein runder Tank ❶. Im Inneren befindet sich ein Achsrohr ❷, durch das die chemischen Lösungen in den Tank

gegossen werden, und eine Spirale **2**, auf die der Film aufgespult wird. Der Deckel **4** hat eine Einfüllöffnung, die im verschlossenen Zustand lichtdicht mit dem Achsrohr verbunden ist, und lichtdichte Ausschüttöffnungen. Mit einer Kappe **5** lassen sich die Öffnungen im Deckel schließen, damit die Dose während des Entwicklungsvorgangs auf den Kopf gestellt werden kann.



⤴ **Abbildung 5.1**

Von links nach rechts: Filmentwicklungs Dosen von Jobo, AP und Paterson

Sinnvoll ist eine Filmentwicklungsdose, in die mindestens zwei Filmspiralen für Kleinbildfilme passen, zum Beispiel von Jobo, AP oder Paterson. Da die Spiralen in der Breite verstellbar sind, können Sie mit ihnen auch Mittelformatfilme entwickeln.

Messbecher, Messzylinder (Mensuren), Trichter und Einwegspritzen (die Sie in jeder Apotheke bekommen) benötigen Sie zum gebrauchsfertigen Ansetzen der chemischen Lösungen, die für die Entwicklung erforderlich sind. Die Messbecher sollten mindestens die Füllmenge Ihrer Filmentwicklungsdose haben, und Sie brauchen je einen Becher für den Filmentwickler und für das Fixierbad. Dazu brauchen Sie noch ein größeres Gefäß, um

ausreichend temperiertes Wasser zur Verfügung zu haben. Mit den Messzylindern, je einer mit 25 ml und einer mit 100 ml Fassungsvermögen, und den Einwegspritzen messen Sie die genaue Menge der Chemikalien ab.



⤴ **Abbildung 5.2**

Messzylinder und Messbecher von 25 bis 1000 ml

Da die Temperatur der Bäder bei der Filmentwicklung immer 20°C betragen sollte, benötigen Sie ein einfaches Laborthermometer, zum Beispiel von Kaiser oder Paterson, zur Überprüfung. Der Rührstab hilft Ihnen, die Chemikalien aufzulösen. Ein einfacher Stab reicht, aber bitte nicht aus Holz, denn Holz würde sich mit den Chemikalien vollsaugen, wodurch es zu einer ungewollten Kontamination der Lösungen kommen kann! In den leeren Laborflaschen, zum Beispiel von Jobo, bewahren Sie die gebrauchsfertig angesetzten Lösungen auf. Angaben zur Haltbarkeit finden Sie in den Beipackzetteln oder Ansatzvorschriften.



⤵ **Abbildung 5.3**

Die Weithals-Flaschen von Jobo haben einen sehr dichten Schraubverschluss.

In der Regel wird der Kleinbildfilm beim Zurückspulen bis in die Filmpatrone zurückgedreht. Aber wie kommen Sie dann an den Film? Sie haben die Möglichkeit, die Filmpatrone im Dunkeln (!) mit einem Filmpatronenöffner zu knacken (ein Flaschenöffner funktioniert auch) und den Film direkt auf die Spirale der Filmentwicklungsdose aufzuspulen. Oder Sie verwenden einen Filmrückholer, um den Filmanfang wieder aus der Kleinbildpatrone ans Licht zu holen.



⤴ **Abbildung 5.4**  
*Filmpatronenöffner (links) und Filmrückholer (rechts) von AP*

Welche Uhr Sie benutzen, ist egal, sie muss Ihnen nur genau und übersichtlich Sekunden und Minuten anzeigen, damit Sie die Entwicklungszeiten exakt einhalten können. Praktisch ist es allerdings, wenn Sie mehrere Zeiten voreinstellen können. Damit Sie nicht jedes Mal von vorn verschiedene Zeiten setzen müssen. Beim in Abbildung 5.5 gezeigten Timer können Sie drei Prozesszeiten voreinstellen. Ihr Smartphone kann die Funktion eines Prozesstimers ebenfalls übernehmen. Die bekannteste App ist der *Massive Dev Chart Timer*, der die Datenbank von [www.digitaltruth.com](http://www.digitaltruth.com) nutzt. Auf [www.filmdev.org](http://www.filmdev.org) finden Sie eine Linkliste zu vier verschiedenen Timern, die die Datenbank von [www.filmdev.org](http://www.filmdev.org) nutzen.



⤴ **Abbildung 5.5**  
*Mit dem Timer von Paterson können Sie drei Prozesszeiten voreinstellen.*

Am Ende der Entwicklung benötigen Sie Filmklammern (siehe Abbildung 5.22), um die gewässerten Filme an einen staubfreien Ort zum Trocknen aufhängen zu können. Normale Wäscheklammern erfüllen auch diesen Zweck. Von einem Film- oder Wasserabstreifer rate ich Ihnen ab, denn die Filmemulsion ist im feuchten Zustand sehr kratzempfindlich, und letztlich brauchen Sie ihn auch nicht. Nach dem Trocknen zerschneiden Sie Ihren Film und archivieren ihn zum Schutz in Negativhüllen. Verwenden Sie Negativhüllen aus durchsichtigem und archivsischerem Acetat oder Polypropylen, dann können Sie eine Kontaktkopie des Films auf Fotopapier herstellen oder eine Begutachtung des Negativs durchführen, ohne es aus der schützenden Hülle nehmen zu müssen, wie es bei Negativhüllen aus Pergamin erforderlich wäre.

### 5.3 Die Chemikalien für den Schwarzweiß-Prozess

Neben der Hardware brauchen Sie natürlich auch noch die entsprechenden Chemikalien, um Schwarzweiß-Filme entwickeln zu können. Diese erhalten Sie fertig konfek-

tioniert im Fotofachhandel, sodass Sie diese nur noch in der vorgeschriebenen Wassermenge lösen müssen. Da die Rezepturen der meisten fotografischen Lösungen bekannt sind, könnten Sie diese theoretisch aus den Grundchemikalien auch selbst mischen, was ich aber nur fortgeschrittenen Dunkelkammerenthusiasten empfehlen würde. Für die Filmentwicklung benötigen Sie drei verschiedene Chemikalien: den eigentlichen Filmentwickler, das Fixierbad und ein Netzmittel.

## Filmentwickler

Durch die Belichtung bei der Aufnahme sind nur sehr wenige Silberione der in der Filmemulsion eingelagerten Silbersalzkristalle (Silberhalogenide) zu Silberatomen reduziert worden. Der Filmentwickler hat die Aufgabe, dieses entstandene latente Bild sichtbar zu machen. Dazu reduzieren die Entwicklersubstanzen an den entstandenen Silberatomen weitere Silberionen zu Silber. Je nach Intensität der Belichtung und der Entwicklung kommt es durch die Ansammlung von Silberatomen zu einer unterschiedlich dichten Schwärzung in der Emulsion, und das Negativ wird als Bild sichtbar.

Negativentwickler sollten Ihre Filme zu einer guten Tonwertwiedergabe bei feinem Korn und guter Konturschärfe hin entwickeln. Außerdem sollten sie die Filmempfindlichkeit und die Auflösung Ihres Films gut ausnutzen und selbstverständlich auch einfach zu handhaben und wirtschaftlich sein. Viele der heute angebotenen konfektionierten Filmentwickler bieten einen guten Kompromiss, um alle diese gewünschten Kriterien zu erfüllen. Es gibt aber auch weiterhin ausgesprochene Spezialentwickler, wie Feinstkornentwickler, die die Detailauflösung des Films durch Reduzierung der Kornstruktur erhöhen, oder Push-Entwickler, mit denen aus unterbelichteten Filmen noch brauchbare Negative entstehen können (siehe Kasten »Zonensystem in der Filmentwicklung« auf Seite 168).

Die positive Nachricht ist, dass Sie im Schwarzweiß-Negativprozess durch die Kombination aus Film und Entwickler auch Einfluss auf Ihr Bild nehmen können. Die nicht so gute Nachricht ist, dass leider nicht jede Film-Entwickler-Kombination zu guten Ergebnissen führt.

Hier bietet sich auch heute noch ein weites Feld für Experimente. Nutzen Sie für Ihre ersten Schritte daher die Empfehlungen des Filmherstellers.



« **Abbildung 5.6**  
Filmentwickler als Flüssigkonzentrat

Filmentwickler werden als Flüssigkonzentrat (zum Beispiel Tetenal Ultrafin, Adox FX-39 und Kodak HC-110) oder in Pulverform (beispielsweise Kodak D-76, Ilford ID-11 und Adox Atomal) angeboten. Mit den Flüssigkonzentraten können Sie einfach und bequem kurz vor der Entwicklung die erforderliche Menge Entwickler in der gewünschten Mischung und Temperatur, meistens 20 °C, ansetzen. Geben Sie dabei immer die benötigte Menge Entwicklerkonzentrat, das Sie mit einem passenden Messzylinder abgemessen haben, in drei Viertel der erforderlichen Wassermenge, und füllen Sie dann Wasser auf die Gesamtmenge auf (siehe Abbildung 5.7). Da das Entwicklerkonzentrat meistens Raumtemperatur hat und damit von der Prozesstemperatur abweicht, können Sie mit der zugegebenen Wassermenge die Temperatur des Entwicklers nachjustieren.

Pulverentwickler werden erst zu einer Vorratslösung (Stammlösung) gemischt, bevor sie zum weiteren Gebrauch verdünnt werden können. Dies sollte am besten mindestens einen Tag vor der Nutzung geschehen, denn die Ansatztemperatur beträgt beim Entwickler Kodak D-76 beispielsweise 50 °C. Geben Sie das Pulver in entsprechend temperiertes Wasser, und lösen Sie es durch



« **Abbildung 5.7**  
 Ansatz einer Entwickler-  
 Stammlösung mit Kodak  
 D-76. Das Pulver muss durch  
 Rühren gut aufgelöst werden.

Rühren auf. Achten Sie darauf, nicht zu viele Luftblasen in die Lösung zu rühren, denn unter Sauerstoffeinfluss oxidiert der Entwickler vorzeitig. Die Stammlösung sollte dann über Nacht abkühlen, wenn es schnell gehen soll, bietet sich auch ein kaltes Wasserbad an, in das Sie die gefüllte Laborflasche stellen. Ohne weitere Verdünnung kann eine Stammlösung mehrfach genutzt werden. Mit einem Liter Stammlösung Kodak D-76 können bis zu drei Filme entwickelt werden, wobei nach jedem Film die Entwicklungszeit um 15 % verlängert werden muss, um gleichbleibende Ergebnisse zu erhalten. Eine andere Möglichkeit ist, den Kodak D-76 als Einmalentwickler in der Mischung 1:1 (ein Teil der angesetzten Stammlösung und ein Teil Wasser) zu nutzen. Diese Entwicklungslösung ist nach einmaliger Nutzung erschöpft. Dadurch haben Sie eine durchgehende Konstanz Ihrer Entwicklungsergebnisse, da Sie mit unverbrauchtem Entwickler arbeiten und Sie die Prozesstemperatur von 20 °C durch die Verdünnung mit dementsprechend temperiertem Wasser gut einstellen können. Die Prozessdaten finden Sie immer im Datenblatt zum jeweiligen Entwickler oder in den oben genannten Datenbanken im Internet.



» **Abbildung 5.8**  
 Spezialentwickler für  
 T-MAX-Filme von Kodak



» **Abbildung 5.9**  
 Etwas Schutzgas gehört in jede  
 Flasche mit Entwicklungslösung.



Teilen Sie Pulverentwickler beim Ansatz nicht auf, nutzen Sie immer die gesamte Packung. Die einzelnen chemischen Komponenten können sich in der Packung während der Lagerung durch ihr unterschiedliches Gewicht und die differierende Teilchengröße entmischt haben. Auch wenn Sie die Pulvermischung gut durchschütteln, ist nicht garantiert, dass die Substanzen in den Teilmengen im gleichen Verhältnis vorliegen. Ein verändertes Verhältnis würde sich jedoch entsprechend auf das Verhalten des Entwicklers und damit auf das Negativ auswirken.

Für Flachkristallfilme wie die T-MAX-Filme von Kodak oder die Delta-Filme von Ilford haben die Hersteller speziell abgestimmte Negativentwickler im Programm. Diese Filme können aber auch in den Universalentwicklern mit guten Ergebnissen entwickelt werden.

Angebrochene Flaschen mit Flüssigkonzentraten oder angesetzte Stammlösungen von Pulverentwicklern sollten Sie gut verschlossen, kühl und dunkel lagern. Ein Keller oder ein Speiseschrank (Flasche gut kennzeichnen!) sind dafür bestens geeignet. Jeder Entwickler oxidiert und verliert dadurch mit der Zeit seine Wirksamkeit. Indem Sie ein Schutzgas wie Tetenal Protectan in die Flaschen sprühen, verlängern Sie die Haltbarkeit der Stammlösungen und der Entwicklerkonzentrate. Das schwere Schutzgas verdrängt die Luft aus den Behältern und vermeidet dadurch die Oxidation.

Solange die Pulverentwickler in original verschlossenen Beuteln vorliegen, können Sie von einer unbegrenzten Haltbarkeit ausgehen.

### Fixierbad

Die zweite Chemikalie nach dem Entwickler ist das Fixierbad. In diesem werden die nicht belichteten, also auch nicht entwickelten, aber noch lichtempfindlichen Silberhalogenide in einen wasserlöslichen Silberthio-sulfat-Komplex überführt, der dann zum großen Teil in die Fixierlösung diffundiert. Oder einfacher gesagt: Das Fixierbad macht den Film lichtbeständig.

Konfektionierte Fixierbäder werden in Pulverform und als Flüssigkonzentrat angeboten. In unterschiedlich konzentrierten Arbeitslösungen können sie im Negativ- und

Positivprozess eingesetzt werden. Sie müssen also lediglich *eine* Chemikalie kaufen und können sie dann in beiden Prozessen einsetzen.



« **Abbildung 5.10**

Mit einem Fixierbad machen Sie den entwickelten Film lichtbeständig.

### Netzmittel

Die dritte Chemikalie, die Sie im Filmentwicklungsprozess benötigen, ist ein Netzmittel. Dieses sorgt durch die Verringerung der Oberflächenspannung des Wassers für einen gleichmäßigen Ablauf des Waschwassers vom Film und verhindert dadurch Trocknungsflecken durch Kalkablagerungen. In Gegenden mit sehr hartem Wasser empfiehlt es sich, das Netzmittelbad mit destilliertem Wasser anzusetzen, um die Gefahr von Trockenflecken weiter zu minimieren.

Sie warten nun vielleicht darauf, dass ich noch einen Filmabstreifer erwähne. Ich habe mir jedoch schon lange abgewöhnt, Filmabstreifer zu verwenden, und empfehle Ihnen das auch, da die nasse Emulsionsschicht sehr kratzempfindlich ist. Das verdünnte Netzmittel läuft ohnehin rückstandslos ab. Unbedingt beachten sollten Sie allerdings die Dosierung des Netzmittels! Bei Tetenal Mirasol benötigen Sie beispielsweise nur 1 ml Netzmittel auf 400 ml Wasser! Bei zu konzentriertem Ansatz verbleibt nach der Trocknung eine schmierige Schicht auf dem Film.



⤴ **Abbildung 5.11**

3 ml Netzmittel sind ausreichend für 1,2 Liter Wasser.

## 5.4 Der Entwicklungsprozess

Sie haben Ihre Arbeitsmittel alle zusammen und befinden sich in einem Raum, den Sie vollständig verdunkeln können. Jetzt kann es losgehen: Der Film wird *in absoluter Dunkelheit* in die Filmspirale eingedreht, mit dieser auf das Achsrohr gesteckt und in die Entwicklungsdose gestellt. Erst wenn Sie den Deckel auf die Entwicklungsdose geschraubt haben, ist der Film 100%ig lichtdicht verpackt, und Sie können das Licht wieder einschalten.

Dieses Prozedere erfordert einige Übung und etwas Geduld. Opfern Sie daher einen oder auch mehrere unbelichtete Filme, und üben Sie das Einspulen des Films und die anderen Handgriffe zunächst bei Licht und erst dann im Dunkeln. Ich empfehle Ihnen, die benötigten Utensilien immer in der gleichen Reihenfolge vor sich auf der Arbeitsfläche zu gruppieren. Das wird Ihnen dabei helfen, die Gegenstände im Dunkeln sicher zu finden und mit der Zeit Automatismen zu entwickeln. Ihre Hände werden sich im Dunkeln erinnern und alles leicht finden. Die Entwicklung ist ein »kritischer« Schritt, mit dem Sie nach der gelungenen Aufnahme die Grundlagen für gelungene Vergrößerungen legen. Es können dabei leicht

### SICHERHEITSHINWEISE

Die Chemikalien für den Schwarzweiß-Prozess sind in der Regel nicht hochgiftig. Trotzdem sollten Sie die folgenden Hinweise zum sorgfältigen Umgang mit diesen Substanzen berücksichtigen:

- Vermeiden Sie Hautkontakt! Tragen Sie am besten Einmalhandschuhe.
- Selbstverständlich verschlucken Sie die Substanzen nicht und atmen sie nicht ein.
- Schützen Sie Ihre Augen.
- Waschen Sie sich nach dem Hantieren mit Chemikalien sorgfältig die Hände.
- Achten Sie auf eine gute Belüftung.
- Trinken, essen oder rauchen Sie nicht im Labor.
- Kennzeichnen Sie Ihre Gefäße mit dem Inhalt und Ansatzdatum.
- Benutzen Sie keine Gefäße, in denen normalerweise Lebensmittel aufbewahrt werden.
- Wischen Sie verschüttete Chemikalien sofort auf.
- Tragen Sie einen Laborkittel, denn Entwickler- und Fixierbadflecken lassen sich nicht aus der Kleidung auswaschen.
- Halten Sie die Fotochemikalien von Kindern und Haustieren fern.
- Und wenn Sie fertig sind: Die gebrauchten Chemikalien sind Sondermüll. Hinweise zur Entsorgung finden Sie im Kasten auf Seite 219.



« **Abbildung 5.12**  
So sieht meine Ordnung  
vor dem Filmeinspulen  
aus.

Fehler passieren, sodass Sie Ihre ersten Entwicklungen zunächst einmal mit »nicht so wichtigen« Filmen üben sollten. Sicherheitshalber.

Die Spiralen, wie übrigens auch die Filmentwicklungsdose und der gesamte Arbeitsbereich, müssen absolut trocken sein! Wenn die Spiralen noch feucht sind, wird der Film in den Windungen kleben bleiben.

### ENTWICKLUNGSPROZESS FÜR DAS KLEINBILDFORMAT

Der beschriebene Entwicklungsprozess konzentriert sich auf das Kleinbildformat, und das wäre auch meine Empfehlung für den Start. Das Handling von Mittelformatfilmen unterscheidet sich in dieser Phase von Kleinbildfilmen aber nur dadurch, dass sie vergleichsweise komplizierter einzulegen sind. Sie sind breiter und dünner, und das Rollfilmschutzpapier kann dabei im Weg sein.

Großformat jedoch ist eine Welt für sich, da die einzelnen Planfilme unter anderem wie im Positivprozess in einer offenen Schale entwickelt werden können, nur mit Filmentwickler und im Dunkeln. Auf diese Form des Entwicklungsprozesses gehe ich in diesem Buch allerdings nicht weiter ein. Wenn Sie das interessiert, ist es sicher sinnvoll, die ersten Schritte in einem Kurs oder Workshop zu machen.

## SCHRITT FÜR SCHRITT

### 1 Einen Film entwickeln

Zunächst gilt es, den Film in die Filmentwicklungsdose einzusetzen. Innerhalb des Entwicklungsprozesses ist das vermutlich der komplizierteste Schritt, den Sie unbedingt gründlich üben sollten. Bis Sie den Film in der Filmentwicklungsdose haben und diese verschlossen ist, müssen Sie in absoluter Dunkelheit arbeiten.

### 2 Film aus der Patrone holen und abschneiden

Zuerst müssen Sie den Film aus der Patrone holen – wenn Sie einen Kleinbildfilm verwendet haben. Das kann im Hellen geschehen, wenn Sie mit einem Filmrückholer den Filmanfang aus der Patrone »angeln« (siehe Abbildung 5.13). Schneiden Sie dann den Anfang des Films gerade, indem Sie den schmaleren Anfang abtrennen, und schneiden Sie die jetzt entstandenen Ecken rund. Beschädigen Sie dabei nicht die Filmperforation, denn an aufgeschnittenen Perforationslöchern bleibt der Film beim Einspulen »wunderbar« hängen, und dann bekommen Sie den Film noch schwerer oder gar nicht in die Spirale. Falls Sie keinen Filmrückholer zur Hand haben, können Sie die Filmpatrone auch aufknacken, zum Beispiel mit einem Flaschenöffner. Aber Vorsicht, bei dieser Variante muss alles im Dunkeln geschehen! Holen Sie die aufgewickelte Filmrolle aus der Patrone, schneiden Sie wie beschrieben die Filmflasche ab, und weiter geht es zum nächsten Schritt.



⤵ **Abbildung 5.13**

*Im Dunkeln: den Film aus der Patrone holen und abschneiden*

### **3 Film auf die Filmspirale aufspulen**

Spätestens jetzt schalten Sie auch dann das Licht aus, wenn Sie den Filmanfang mit einem Filmrückholer aus der Patrone »geangelt« haben. Der Film wird dann mit der matten Schichtseite nach innen in die Filmspirale geschoben. Die Spule gibt vor, wie das genau geschieht. Der vorhandene Drall des Films unterstützt so sein Einfädeln. Außer am Anfang des Films, dort sind noch keine

Belichtungen zu finden, dürfen Sie die Schichtseite nicht berühren. Fingerabdrücke würden dauerhaft zurückbleiben. Durch abwechselndes gegeneinander versetztes Drehen und Festhalten der Spiralhälften ziehen Sie den Film in die Spirale. Am Ende des Films angelangt, schneiden Sie die Kleinbildpatrone ab.



⤵ **Abbildung 5.14**

*Im Dunkeln: den Film auf die Filmspirale aufspulen*

### **4 Filmentwicklungsdose befüllen und verschließen**

Die Spirale mit dem aufgewickelten Film stecken Sie dann auf das Achsrohr, und beides zusammen stellen Sie in die Filmentwicklungsdose. Verschließen Sie diese lichtdicht mit dem Deckel, und prüfen Sie noch einmal,

ob der Deckel korrekt sitzt. Erst jetzt dürfen Sie das Licht wieder einschalten.

Das Einlegen von Mittelformatfilmen ist, wie bereits zu Beginn gesagt, etwas komplizierter, da diese Filme brei-

ter, dünner und mit einem Schutzpapier um eine Spule gewickelt sind, das nicht mit auf die Spirale gewickelt wird. Wenn Sie den Klebestreifen, der den belichteten

Rollfilm zusammenhält, im Dunkeln aufreißen, trennen sich beim Abwickeln Film und Schutzpapier, sodass nur der Film auf die Spirale gewickelt werden kann.



⤴ **Abbildung 5.15**

*Im Dunkeln: die Filmentwicklungsdose befüllen und verschließen*

## 5 Ansetzen der benötigten chemischen Bäder

Bevor Sie den Entwicklungsprozess starten, setzen Sie alle benötigten chemischen Lösungen gemäß den Ansatzvorschriften, die Sie auf den Verpackungen der jeweiligen Chemikalien finden, in der erforderlichen Menge an. Auf dem Boden oder am Rand Ihrer Entwicklungsdose finden Sie Hinweise, welche Flüssigkeitsmenge Sie für die einzelnen Bäder in der Entwicklungsdose benötigen. Diese Angaben sind unterschiedlich, je nachdem, ob es sich um Kleinbild- oder Mittelformatfilme handelt, und abhängig davon, wie viele Filme Sie entwickeln möchten.

Sie können die Flüssigkeitsmenge auch selbst herausfinden, indem Sie Ihre mit der Filmspirale auf dem Achsrohr gefüllte Entwicklungsdose so lange mit Wasser auffüllen, bis die Filmspirale bedeckt ist, und diese Menge dann auslitern. Selbstverständlich machen Sie das ohne Film, ohne Deckel auf der Entwicklungsdose und bei eingeschaltetem Licht.



⤴ **Abbildung 5.16**

*Ansetzen einer Entwicklungslösung mit Adox Adonal*

Die Prozesstemperatur für alle Entwicklungsbäder beträgt 20 °C. Von der Temperatur ist die Entwicklungszeit und damit auch unmittelbar das Kontrastverhalten des entwickelten Films abhängig. Füllen Sie einen Eimer oder einen großen Messbecher (5 Liter) mit temperiertem Wasser und schöpfen daraus die benötigte Menge für den Ansatz der jeweiligen Bäder. Die Temperatur der weiteren Bäder einschließlich der Wässerung sollte für ein optimales Ergebnis innerhalb einer Toleranz von  $\pm 5$  °C liegen.

Sie müssen die Entwicklungszeit anpassen, wenn Ihr Entwicklungsbad nicht 20 °C erreicht oder darüberliegt. Der Korrekturwert ist abhängig von der verwendeten Film-Entwickler-Kombination und ist im Datenblatt des Entwicklers zu finden. Eine gute Faustformel besagt, dass Sie pro °C Unterschied die Entwicklungszeit um 10 % kürzen ( $> 20$  °C) oder verlängern ( $< 20$  °C) sollten.

Es empfiehlt sich, immer die gleichen gekennzeichneten Messbecher für den Entwickler, das Fixierbad und das Netzmittel zu verwenden. So können Sie sich sicher sein, dass die Bäder trotz sorgfältigen Ausspülens nicht verschmutzt werden. Entwickler darf auf keinen Fall mit Fixierbad kontaminiert werden.



⤴ **Abbildung 5.17**

*Hinweise zu der benötigten Chemikalienmenge auf dem Jobo-Tank. Für die im Folgenden vorgestellte Kippentwicklung muss die Entwicklungsdose vollständig, also mit 485 ml Flüssigkeit, gefüllt sein. Wenn ein Jobo-Entwicklungsprozessor genutzt wird, bei dem die Dose liegend permanent um die eigene Längsachse gedreht wird, reichen 240 ml aus.*



⤴ **Abbildung 5.18**

*Achten Sie auf die Temperatur des Entwicklungsbads.*

## 6 Vorwässern

Um eine gleichmäßigere Verteilung des Entwicklers beim Einfüllen zu erreichen und um Luftbläschen zu verhindern, die sich zwischen den engen Filmwindungen in der Spirale festsetzen können, sollten Sie die Filmentwicklungsdose mit dem eingespulten Film mit 20 °C warmem Wasser ca. eine halbe Minute vorwässern: Füllen Sie dafür genau so viel Wasser ein, wie Sie Filmentwickler angesetzt haben. Dann setzen Sie den roten Stülpdeckel sorgfältig auf die Filmentwicklungsdose und kippen die Dose langsam auf den Kopf und wieder zurück. Dabei rotieren Sie die Dose nach jeder Seite um ca. 180°. Danach stoßen Sie die Dose kräftig auf den Tisch auf, damit sich eventuell anhaftende Luftbläschen lösen. Das machen Sie zweimal, und dann kippen Sie das Wasser zügig aus und schütten den Entwickler, ebenfalls zügig, in die Dose hinein. Wundern Sie sich nicht, wenn das Wasser verfärbt aus der Dose kommt. Bei den meisten Filmsorten hat sich jetzt schon die sogenannte *Lichthofschicht* gelöst.

## LICHTHOFSCHUTZSCHICHT

Die Lichthofschuttschicht ist ein Auftrag auf der Unterseite des Films, der verhindert, dass starke Lichtstrahlen an der Trägerunterseite oder der Kamerarückwand wieder in die Filmemulsion reflektiert werden. Dadurch werden Überstrahlungen verhindert.



↗ **Abbildung 5.19**

Schütten Sie die fotografischen Lösungen zügig in die Filmentwicklungsdose, damit die Filmfläche möglichst schnell komplett mit dem Entwickler in Kontakt kommt. Wenn Sie die Filmentwicklungsdose nicht sorgfältig mit dem roten Stülpdeckel verschließen, werden die fotografischen Bäder beim Drehen und Kippen herauslaufen.

## 7 Entwickeln

Sobald der ganze Entwickler in der Dose ist, schauen Sie auf die Uhr, denn jetzt beginnt die Entwicklungszeit. Den roten Deckel wieder aufstülpen und die Dose die ersten 15 Sekunden mit dem oben beschriebenen Dreh-Kipp-Rhythmus hin- und herbewegen, auf den Tisch stoßen (Luftbläschen!) und 45 Sekunden stehen lassen und dann wieder 15 Sekunden bewegen usw., bis das Ende der Entwicklungszeit erreicht ist.

In der fotografischen Fachliteratur gibt es viele verschiedene Vorschläge, wie die Dose bei der Entwicklung zu bewegen ist. Ich entwickle seit vielen Jahren mit dem hier beschriebenen Rhythmus und erhalte ein feines Korn und vor allem ohne jegliche Unregelmäßigkeiten

in gleichmäßigen Flächen. Wobei ich erwähnen möchte, dass ich während der 15-sekündigen Bewegung die Dose dreimal drehend auf den Kopf stelle. Die Bewegung beeinflusst ebenso wie die Temperatur des Entwicklers die Entwicklungszeit und damit auch unmittelbar das Kontrastverhalten des entwickelten Films.



↗ **Abbildung 5.20**

Die Bewegung beeinflusst ebenso wie die Temperatur des Entwicklers die Entwicklungszeit und damit auch unmittelbar das Kontrastverhalten des entwickelten Films.

Die Entwicklungszeiten für die verschiedenen Film-Entwickler-Kombinationen finden Sie auf den Datenblättern der Filme und der Entwickler. Die Datenbank auf [www.digitaltruth.com/devchart.php](http://www.digitaltruth.com/devchart.php) enthält alle möglichen Film-Entwickler-Kombinationen mit Vorschlägen zu Entwicklerkonzentrationen und Entwicklungszeiten. Lassen Sie sich nicht zu stark von den vielfältigen Möglichkeiten beindrucken. Suchen Sie sich Ihren Lieblingsfilm und den dazu passenden Entwickler aus. Es gibt klassische Film-Entwickler-Kombinationen, die schon seit Jahrzehnten bei ganz vielen Fotografen passen, beispielsweise Kodak Tri-X in Kodak D-76, Verdünnung 1:1, 20°C, 10 Minuten.

## FILMKORN

Die Ausprägung von Filmkorn ist in erster Linie abhängig vom gewählten Film und vom benutzten Entwickler. Aber auch eine forcierte Entwicklung durch eine höhere Prozesstemperatur oder eine stärkere Bewegung führen zu einer größeren Körnigkeit.

## 8 Zwischenwässerung

Wenn die Entwicklungszeit abgelaufen ist, kippen Sie den Entwickler zügig in den Messbecher zurück und füllen die Dose mit 20 °C warmem Wasser auf, um eine einminütige Zwischenwässerung durchzuführen. Die Zwischenwässerung stoppt die Entwicklung behutsam durch Verdünnung der auf dem Film noch anhaftenden Entwicklersubstanz und Neutralisierung des alkalischen pH-Wertes des Entwicklers.

Bewegen Sie die Dose also für eine Minute kontinuierlich im Dreh-Kipp-Rhythmus, und gießen Sie dann das Wasser in den Messbecher zurück oder direkt in den Ausguss. Da es sich um eine stark verdünnte Lösung handelt, ist das unkritisch. Denken Sie immer daran, nach dem Befüllen der Filmentwicklungsdose den Deckel wieder aufzustülpen, sonst laufen Ihnen die Flüssigkeiten heraus.



⤴ **Abbildung 5.21**

*Das Zwischenwässern stoppt die Entwicklung.*

### FLÜSSIGKEITSTEMPERATUREN

Durch die Wartezeiten im Entwicklungsprozess verändern sich die Flüssigkeitstemperaturen bereits geringfügig. Da sie sich jedoch gemeinsam der Raumtemperatur anpassen und die exakte Temperatur nur beim Entwickeln genau zu beachten ist, ist das unkritisch. Nur große Temperatursprünge darf es keine geben.

## 9 Fixieren

Durch die Zwischenwässerung wurde die Filmentwicklung gestoppt, jetzt füllen Sie die vorbereitete Fixierbadlösung ein. Auch in dieser Phase bewegen Sie die Dose regelmäßig, damit immer frische Chemie an den Film kommt. Sie müssen sich aber nicht mehr an einen festen Bewegungsrhythmus halten. Nach einer Minute ist der Film lichtunempfindlich geworden, und Sie können die Dose öffnen. Wenn Sie den Film jetzt kurz aus dem Fixierbad nehmen, erscheint er noch milchig-trüb. Während der weiteren Fixage, die auch durch einfaches regelmäßiges Drehen der Filmspule in der offenen Dose erfolgen kann, klärt sich der Film, die Trübung verschwindet. Die doppelte Klärzeit, also die Zeit, in der der Filmträger klar geworden ist, ist die erforderliche Fixierzeit. Sie beträgt je nach Ausnutzung des Fixierbades, also abhängig davon, wie viele Filme Sie schon darin fixiert haben, fünf bis zehn Minuten. In einem Liter Fixierbad können bis zu zehn Filme fixiert werden, dann wird der maximale Silbergehalt von fünf Gramm pro Liter erreicht und die Lösung erschöpft sein. Den genauen Silbergehalt können Sie mit Teststäbchen (siehe Abbildung 6.14) ermitteln.

## 10 Wässern

Mit der Schlusswässerung werden die restlichen Prozesschemikalien ausgewaschen, das dauert fünf bis zehn Minuten. Das kann mit fließendem Wasser oder mit ständigem manuellem Wasserwechsel geschehen. Es reicht, einen Trichter in das Achsrohr zu stellen und das Wasser dort hineinlaufen zu lassen. Das Fixierbad haben Sie vorher natürlich aus der Dose in einen Messbecher geschüttet. Ilford empfiehlt, die Entwicklungsdose mit Spirale und Filmen einmal kurz auszuspülen und dann dreimal mit frischem Wasser zu füllen – bedienen Sie sich dazu an Ihrem Eimer mit dem temperierten Wasser. Bei der ersten Füllung kippen Sie die Dose fünfmal, bei der zweiten zehnmal und bei der dritten zwanzigmal, bevor Sie das Wasser ausgießen (eine gesonderte Entsorgung ist nicht erforderlich). Welche Methode Sie anwenden, hängt davon ab, wie viel Wasser Sie verbrauchen wollen. Die Wasserdurchflussgeschwindigkeit hat keine oder kaum Auswirkung auf die Gründlichkeit der Schlusswässerung, da die Restchemikalien herausdiffundieren.



Die Wassertemperatur sollte weiterhin 20 °C betragen, denn zu kaltes Wasser verzögert das Auswaschen der Chemikalien.

## 11 Netzmittelbad

Abschließend badet der Film, der sich noch in der Spirale befindet, eine Minute in mit destilliertem Wasser angesetztem Netzmittel. Das können Sie noch in der Filmdose machen. Ich benutze dazu allerdings immer ein Extragefäß, da das Netzmittel so wenig Kontakt wie möglich mit den einzelnen Teilen der Filmdose haben sollte. Denn wenn Sie das Netzmittel nach Beendigung Ihrer Entwicklungssession nicht gründlich von den Geräten abspülen, beginnt der Entwickler beim nächsten Entwicklungsvorgang aufgrund der Rückstände des Netzmittels zu schäumen. Bei den Filmspiralen ist ein Kontakt mit dem Netzmittel leider nicht zu verhindern, denn der entwickelte Film sollte aus Schutz vor Kratzern und anderen Beschädigungen erst kurz vor der Trocknung herausgenommen werden.

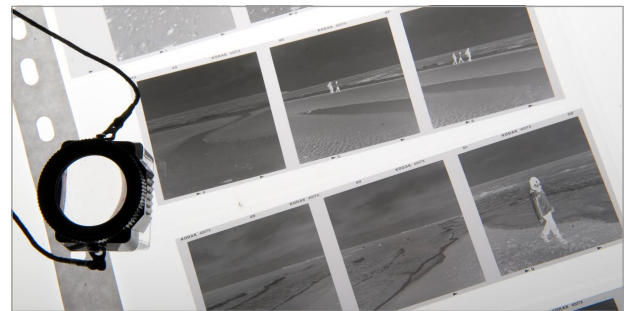


⤴ **Abbildung 5.22**

Hier sind die entwickelten Filme mit Filmklammern von AP (links) und Jobo (rechts) zum Trocknen aufgehängt.

## 12 Trocknen

Dann können Sie den Film an einem staubfreien Ort zum Trocknen aufhängen. Das Bad oder die Dusche bieten sich dazu an, denn hier kann das Netzmittel problemlos ablaufen. Die extra zu diesem Zweck hergestellten Filmklammern gibt es in einer leichten und einer schweren Version. Die schwere Variante befestigen Sie am unteren Ende des Films, damit er sich beim Trocknen nicht eindreht. Berücksichtigen Sie beim Aufhängen, dass ein Kleinbildfilm ungefähr 1,60 m lang ist. Und, ich habe es schon ein paarmal erwähnt: Ein Abstreifen des Films ist nicht nötig und birgt nur die Gefahr einer unabsichtlichen Beschädigung, denn die Emulsionsschicht ist im feuchten Zustand sehr kratzempfindlich. Vertrauen Sie hier auf die Wirkung des korrekt eingesetzten Netzmittels. Auch rate ich dringend von einer Beschleunigung des Trocknens durch einen Fön oder Ähnliches ab. Den Staub und die Fusseln, die Sie auf den feuchten Film blasen, bekommen Sie nie wieder runter! Je höher die Raumtemperatur ist, desto schneller trocknet der Film. Sie sollten den Film erst im vollkommen trockenen Zustand abhängen. Achten Sie dabei besonders auf die obere Klammer. Manchmal löst sich ein nicht verdunsteter Tropfen. Verhindern Sie – durch Geduld und eine ausreichend lange Trocknungszeit –, dass er über die Filmschichtseite läuft, denn diese Beschädigung wäre irreversibel.



⤴ **Abbildung 5.23**

Jetzt können Sie Ihren Film mit einer Lupe auf Schärfe und Kontraste überprüfen.

## 13 Archivieren

Den trockenen Film können Sie jetzt vorsichtig in passende Streifen schneiden und in die Negativhüllen stecken. So geschützt, können Sie Ihre Werke anschließend auf einem Leuchttisch mit der Lupe beurteilen und die Bilder auswählen, die in der Dunkelkammer oder am PC weiterbearbeitet und zu attraktiven Prints oder Ausdrucken ausgestaltet werden sollen. Zur Begutachtung ist eigentlich jede Lupe geeignet. Wenn sie achromatisch korrigiert ist, werden Sie nicht von Farbsäumen bei starken Hell-Dunkel-Übergängen irritiert. In Abbildung 5.30 und 8.7 sehen Sie meine Standardlupe, eine Standlupe der Firma Peak mit achromatisch korrigierter Linse und einer achtfachen Vergrößerung. Das Gesichtsfeld entspricht mit 24 × 36 mm genau der Größe eines Kleinbildnegativs. Weiteres zum umfassenden Thema Archivierung finden Sie in Kapitel 8.

## 5.5 Das Negativ

Die Beurteilung von Negativen ist ein wenig gewöhnungsbedürftig, wird Ihnen aber mit ein wenig Übung immer leichter fallen. In den folgenden Abschnitten zeige ich Ihnen, worauf Sie unbedingt achten sollten und wie Sie typische Fehler in der Filmentwicklung erkennen.

### Beurteilung eines Negativs

Was zeichnet ein gutes Negativ aus: Ist es scharf? Jedenfalls dort, wo Sie die Schärfe haben wollten? Sind die Schatten gut durchzeichnet und die Lichter nicht zu stark gedeckt?

Die hellen Stellen auf dem Schwarzweiß-Negativ ❶ sind die Schatten, sie werden im Positiv, also in der Vergrößerung oder im Kontakt, dunkelgrau bis schwarz. Die

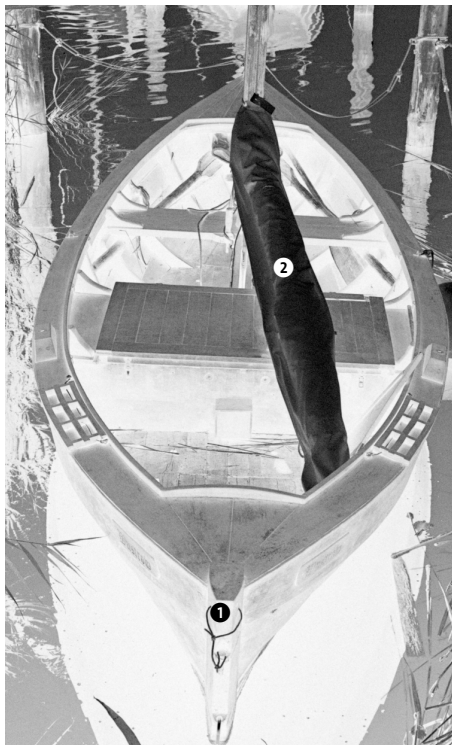
### FILM ENTWICKELN OHNE DUNKELKAMMER

Sie benötigen keinen dunklen Raum mehr, um den Film in den Entwicklungstank zu bekommen. Denn ars-imagò hat die Idee einer Tageslichtentwicklungsdose mit der Lab-Box ([www.lab-box.it](http://www.lab-box.it)) wieder aufgegriffen. Der gesamte Prozess kann bei Tageslicht ablaufen. Das System besteht aus zwei Modulen: eines, in das der Film, Kleinbild oder Mittelformat, je nachdem, welches Modul Sie gewählt haben, eingelegt wird. Und ein zweites Modul mit der Filmspirale in einem Entwicklungstank. Nach der Kopplung der beiden Module wird der Film manuell durch einen Drehknopf in den Entwicklungstank gespult. Nachdem die Entwicklungsschemie in diesen Tank eingefüllt wurde, wird die Spirale mit dem Film durch eine äußere Kurbel in einer Rotation bewegt. Der weitere Ablauf ist wie bei jedem anderen Entwicklungsprozess. Je Entwicklungsgang kann immer nur ein Film entwickelt werden.



⤴ **Abbildung 5.24**

Die einzelnen Komponenten der Lab-Box: Links das Modul für Mittelformatfilm, in der Mitte für Kleinbildfilm und rechts der Entwicklungstank. (Bild: ars-imagò)



« **Abbildung 5.25**

*Links: Lichter- und Schattenzeichnung im Negativ.*

*Rechts: Lichter- und Schattenzeichnung im Positiv*

**Nikon F3 | 50 mm |  
Kodak Tri-X**

bildwichtigen Schattenpartien sollten eine gute Detailzeichnung aufweisen. Diese können Sie nur durch die Belichtung beeinflussen:

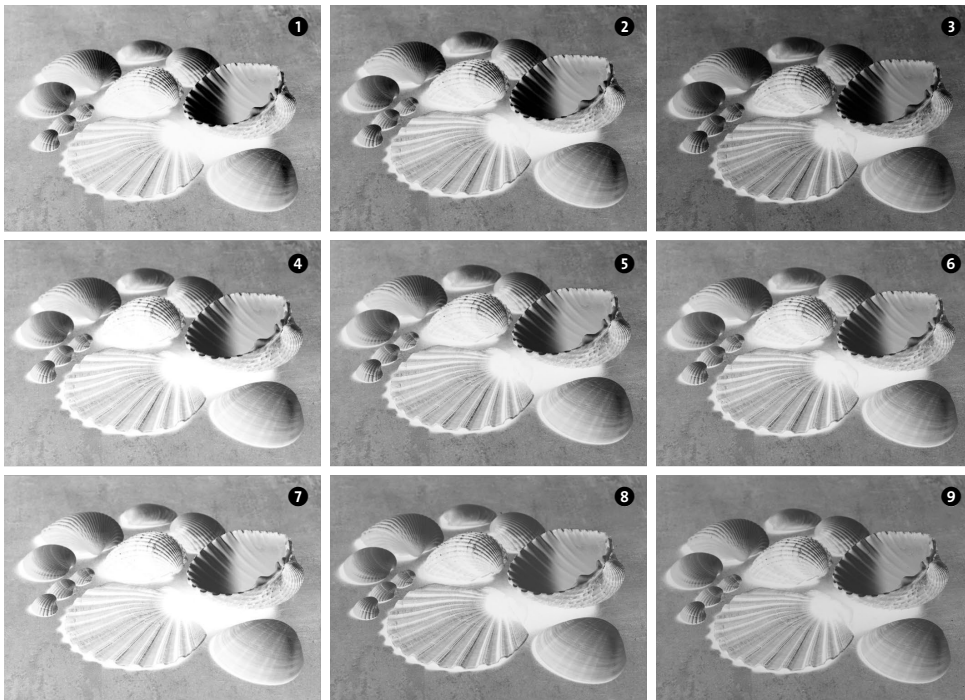
- Sie haben richtig belichtet, wenn in den bildwichtigen Schatten Details noch gut zu erkennen sind.
- Sie haben unterbelichtet, wenn die bildwichtigen Schatten glasig durchsichtig sind.
- Sie haben überbelichtet, wenn in den Schattenpartien keine Zunahme der Detailzeichnung zu erkennen ist, die Tonwerte aber schon grau werden.

Die dunklen Stellen auf dem Negativ ❷ sind die Lichter. Sie werden im Positiv hell bis weiß. Wenn sie zu stark gedeckt sind, erhalten Sie in den Lichtern Ihrer Vergrößerung keine Zeichnung mehr. Bei Spitzlichtern (hier einige Flecken auf dem zusammengerollten Segel) ist das in Ordnung, aber bei einer verschneiten Landschaft im Sonnenschein sollte die Schneestruktur zu sehen sein. Die Deckung der Lichter beeinflussen Sie durch die Entwicklungszeit:

- Sie haben richtig entwickelt, wenn die Lichter gut gedeckt sind und Details erkennen lassen.
- Sie haben zu kurz entwickelt, wenn die Lichter zu blass sind.
- Sie haben zu lang entwickelt, wenn die Lichter im Negativ zu dunkel sind.
- In der analogen Fotografie sollten Sie also bei der Belichtung unbedingt die Schattenzeichnung beachten, und in der Entwicklung können Sie dann Einfluss auf die Lichter nehmen. Der nächste Abschnitt verdeutlicht das genauer.

### **Einfluss von Belichtung und Entwicklung**

Die Testreihe in Abbildung 5.26 verdeutlicht den Einfluss von Belichtung und Entwicklung auf ein Negativ. Die Belichtungsmessung für das Stillleben aus verschiedenen Herzmuscheln erfolgte mit dem Spotbelichtungsmesser Sekonic L-608 und ergab einen Motivkontrast von sechs Blenden (also Zone I bis VII).



« **Abbildung 5.26**

Verschiedene Belichtungs- und Entwicklungskombinationen. Von links nach rechts variiert die Belichtungszeit (-1 Blende, korrekter Wert, +1 Blende) und von oben nach unten die Filmentwicklungszeit (N+1, N, N-1). Siehe auch den Kasten auf Seite 168.

Mamiya RB 67 | 140 mm |  
Kodak T-MAX 100

Die Messung der linken hellen Innenseite der umgedrehten Herzmuschel am rechten Bildrand ergab  $f45$  bei  $1/2$  Sekunde. Sie habe ich in Zone VII gelegt. Die rechte Innenseite der Muschel zeigte  $f22$ , also Zone V. Die zum Betrachter zeigende vordere Hälfte der flachen Muschel zeigte  $f16$  und liegt somit in Zone IV. Die Schattenmessungen ergaben bei der dem Betrachter zugewandten Schattenseite der in der Mitte liegenden Herzmuschel eine Zone III (gemessen  $f11$ ). Die im Schatten liegende Spitze der flachen Muschel wurden mit  $f5,6$  angemessen und war somit eine Zone I ohne jegliche Detailzeichnung. Die Negative **2**, **5** und **8** (mittlere Spalte) wurden mit dem so ermittelten Wert nach Zone V,  $f22$  bei  $1/2$  Sekunde, belichtet. Die Negative der linken Spalte (**1**, **4**, und **7**) wurden eine Blende unterbelichtet ( $1/4$  s |  $f22$ ), die Negative der rechten Spalte (**2**, **6**, und **9**) eine Blende überbelichtet ( $1$  s |  $f22$ ).

Die Negative **4**, **5** und **6** (zweite Reihe) habe ich dann mit meiner Standardentwicklungszeit von 10 Minuten bei  $20^\circ\text{C}$  für Kodak Tri-X in Kodak D-76 mit einer Verdünnung von 1:1 entwickelt. Um +1 Blende gepusht

wurden die Negative der ersten Reihe (**1**, **2** und **3**) durch eine Verlängerung der Entwicklungszeit auf 12 Minuten. Die Negative der dritten Reihe wurden um -1 Blende unterentwickelt (**7**, **8** und **9**), durch eine Verkürzung der Entwicklungszeit auf 8,5 Minuten.

Schauen Sie sich die Lichter- und Schattenzeichnung der Belichtungs- und Entwicklungskombinationen an:

- Das Negativ **5** ist nach den Standardvorgaben belichtet und entwickelt worden. Die Lichter sind gut gedeckt, die Schatten unter der rechten auf dem Kopf liegenden Herzmuschel könnten besser durchzeichnet sein.
- Das Negativ Nummer **6** zeigt mehr Details im Schatten, da es eine Blende überbelichtet wurde. Die Schatten sind dadurch von Zone II in Zone III verschoben worden. Die Lichter (die Innenseite der genannten Herzmuschel) sind durch die Überbelichtung ebenfalls eine Zone hochgerutscht, von Zone VII nach Zone VIII, und etwas zu dicht geworden.
- Die Lösung bietet Negativ **9**. Ebenfalls eine Blende überbelichtet, wodurch die Schattenzeichnung ver-

bessert wurde, aber auch eine Blende unterentwickelt, wodurch die Lichter in Zone VII blieben und der Kontrast des Negativs reduziert wurde. Die Lichter und die Schatten sind gut durchzeichnet, das Negativ ist einfach zu vergrößern.

- Wenn Sie Negative unterbelichten (❶, ❷ und ❸), verlieren Sie Informationen in den Schattenpartien, die Sie auch durch eine Überentwicklung nicht zurückholen. Es verändern sich nur die Lichter (die dunklen Bereiche im Negativ) und teilweise die Mitteltöne. Diese sogenannte *filmempfindlichkeitssteigernde Entwicklung* wirkt sich nur auf die helleren Bildteile aus, die besser gedeckt werden.
- Wenn Sie Negative überbelichten (❹, ❺ und ❻) werden die Lichter zu stark gedeckt und lassen sich nur mit großer Mühe so vergrößern, dass Sie noch Details in ihnen erkennen können. Eine Unterentwicklung wie in Negativ ❸ hilft.

Belichtungs- und Entwicklungsfehler treten oft in Kombination auf:

- eine Unterbelichtung (keine Schattenzeichnung) mit einer Überentwicklung (stark gedeckte Lichter) (siehe Negativ ❶)
- eine Überbelichtung (starke Schattenzeichnung) mit einer Überentwicklung (stark gedeckte Lichter) (siehe Negativ ❹)

- eine Unterbelichtung (keine Schattenzeichnung) und Unterentwicklung (reduzierte Lichter) (siehe Negativ ❷)

Manche vom Standard abweichende Belichtungs- und Entwicklungskombinationen können bei schwierigen Lichtverhältnissen helfen:

- Das korrigierende Mittel bei kontrastreichen Motiven kann eine Überbelichtung und eine Unterentwicklung sein (siehe Negativ ❹).
- Bei kontrastarmen Motiven vergrößert eine Überentwicklung bei einer leichten Unterbelichtung die Anzahl der Grauwertabstufungen im Negativ (siehe Negativ ❶).

Ihre Negative sollten so belichtet und entwickelt sein, dass alle Helligkeitsabstufungen Ihres Motivs einfach auf das Vergrößerungspapier übertragen werden können. Der Kontrast, das heißt der Gegensatz zwischen Hell und Dunkel, darf nicht größer sein als der Kontrastumfang des verwendeten Positivmaterials (siehe Abschnitt 6.2 ab Seite 212). Im Positivprozess haben Sie durch das Gradationswandelpapier und durch manuelle oder chemische Manipulation einzelner Bildteile, zum Beispiel durch Abwedeln und Nachbelichten, noch vielfältige Möglichkeiten, den Bildkontrast und damit die Grauwertabstufungen Ihres Motivs zu beeinflussen (siehe ab Seite 226). Die beste Voraussetzung für eine gelungene Vergrößerung ist aber schlicht ein gutes Negativ.



⤴ **Abbildung 5.27**

Positive von den Negativen ❶, ❷ und ❸. Beachten Sie besonders die Zeichnung in den Schattenbereichen.

Prinzipiell können Sie diese Erkenntnisse auf Farbnegativfilm übertragen. Jedes Fachlabor führt Push-/Pull-Entwicklungen bis zu +/- 1 Blende durch. Mit zwei Einschränkungen: Das Farbgleichgewicht leidet bei nicht vorgeschriebener Belichtung und Entwicklung, denn die einzelnen Emulsionsschichten für die Farben Rot, Grün und Blau reagieren auf Änderungen der Parameter nicht gleichmäßig. Es entsteht ein Farbstich, eventuell ein Doppelstich.

Und bei analogen Farbvergrößerungen ist das Kontrastverhalten des Farbpapiers nicht beeinflussbar. Es ist auf korrekt belichtete und entwickelte Negative abgestimmt. Wenn Sie Ihre Farbnegative nur scannen, müssen Sie sich um die genannten Einwände allerdings nicht kümmern, denn digital ist fast alles korrigierbar.

## 5.6 Diapositive in Schwarzweiß

Schwarzweiße Negativfilme, die auf ein klares Trägermaterial gegossen wurden, können in einer Umkehrentwicklung zu Schwarzweiß-Dias entwickelt werden. Dieser Prozess benötigt zwei Bäder mehr als die normale Negativentwicklung.

Der erste Prozessschritt ist eine übliche, etwas kontrastreichere Entwicklung des Negativs. Wie bei der Farbdiaentwicklung (siehe den Abschnitt »Der Farbumkehrprozess E6« ab Seite 175) muss diesem Part besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, denn sowohl eine abweichende Prozess Temperatur als auch eine abweichende Prozesszeit haben unmittelbaren Einfluss auf die Helligkeit und die Gradation der entstehenden Dias.

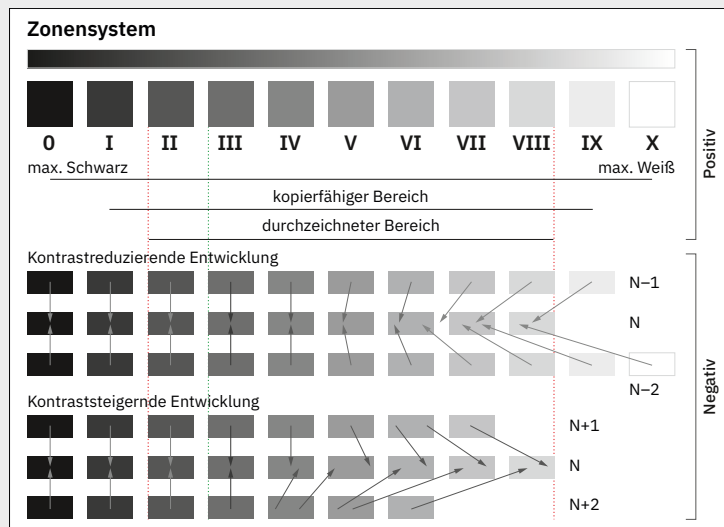
### ZONENSYSTEM IN DER FILMENTWICKLUNG

Eine Filmentwicklung, bei der mit der vorgesehenen Entwicklungszeit gearbeitet wurde, wird *N-Entwicklung* genannt. N steht hier für »Normal«.

Bei einer N+1-Entwicklung wird die Entwicklungszeit so viel verlängert, dass die Lichter eine Zone nach oben verschoben werden (beispielsweise von Zone VII nach Zone VIII). Da sich die verlängerte Entwicklungszeit nur auf die Lichter auswirkt, wird der Kontrast des Negativs verstärkt. In der Negativmatrix in Abbildung 5.26 auf Seite 166 zeigt die oberste Bildreihe (1, 2 und 3) eine N+1-Entwicklung. Eine N+2-Entwicklung verschiebt die Lichter um zwei Zonen nach oben. Diese kontraststeigernde Entwicklungszeitverlängerung wird auch *Push-Entwicklung* genannt.

Eine N-1-Entwicklung ist eine verkürzte Entwicklung, bei der die Lichter um eine Zone reduziert werden, beispielsweise um bei ei-

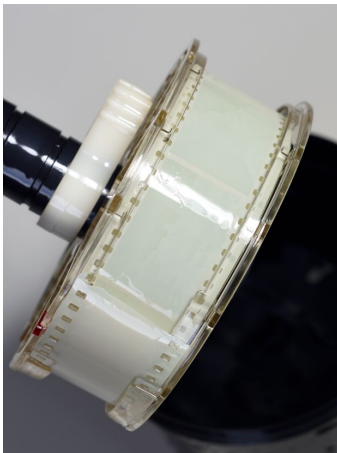
nem zu großen Kontrastumfang die Schwärzung der Lichter von Zone IX nach Zone VIII zu reduzieren. In der Negativmatrix zeigt die unterste Bildreihe (7, 8 und 9) eine N-1-Entwicklung. Eine N-2-Entwicklung verschiebt die Lichter um zwei Zonen nach unten. Diese kontrastreduzierende Entwicklungszeitverkürzung wird auch *Pull-Entwicklung* genannt.



#### » Abbildung 5.28

Der Einfluss der Entwicklungszeit auf die Tonwerte, grafisch dargestellt (Bild: Rainer Schwesig)

Im zweiten Schritt wird das entstandene Silberbild in einem Bleichbad in einen wasserlöslichen Komplex umgewandelt und ausgewaschen. Ein anschließendes Klärbad neutralisiert Bleichbadreste. Zurück bleiben nicht belichtete und somit im ersten Schritt auch nicht entwickelte Silberhalogenidkristalle, die das positive Spiegelbild zum herausgebleichten Negativ bilden. Diese Kristalle sind noch lichtempfindlich und werden nach einer Zwischenwässerung belichtet, indem der Film in der Spirale in der Entwicklungsdose gründlich zweimal je 30 Sekunden von oben und unten, die Filmspirale wird zwischendurch gedreht, mit einer starken Lampe beleuchtet wird. Ab diesem Zeitpunkt muss der Film nicht mehr im Dunkeln weiterverarbeitet werden. Sie können nicht zu lange beleuchten, denn alle noch vorhandenen Silberhalogenidkristalle müssen vollständig belichtet werden. Bewegen Sie die Filmspirale während der Zweitbelichtung im Wasserbad, damit sich keine unregelmäßigen Belichtungen ergeben. Wundern Sie sich bitte nicht, denn der Film ist zu diesem Zeitpunkt fast völlig milchig-weiß. Mit einem zweiten Entwicklungsschritt wird das jetzt entstandene positive Bild entwickelt. Dieses geschieht im Hellen, Sie können das »Erscheinen« der Dias gut beobachten. Und zum Schluss wird, obwohl es keine nicht entwickelten Silberhalogenidkristalle mehr geben dürfte, trotzdem fixiert. Denn falls doch welche nicht belichtet und entwickelt wurden, verändern sich diese im Laufe der Zeit zu schwarzbraunen Fleckchen, die das Gesamtbild empfindlich stören würden.



« **Abbildung 5.29**  
 Ein Schwarzweiß-Diafilm  
 Fomapan R 100 wäh-  
 rend der Zweitbelichtung

	<b>Stufe</b>	<b>Zeit</b>
1.	Erstentwickler	12'00"
2.	Wässerung	2'00"
3.	Bleichbad	8'00"
4.	Wässerung	2'00"
5.	Klärbad	8'00"
6.	Wässerung	2'00"
7.	Zweitbelichtung	2 × 30"
8.	Zweitentwickler	5'00"
9.	Wässerung	2'00"
10.	Fixierbad	4'00"
11.	Wässerung	10'00"
12.	Netzmittel	1'00"

⤴ **Tabelle 5.1**

*Ein Überblick über die Bearbeitungszeiten der Umkehr-  
 entwicklung von Foma bei 20 °C*

Aktuell bietet nur Foma einen fertig konfektionierten Umkehrentwicklungssatz an. Foma empfiehlt destilliertes Wasser zum Ansatz der Lösungen, die nicht lange haltbar sind! Besonders das Bleichbad auf Basis von Kaliumpermanganat sollten Sie erst während der Erstentwicklungszeit ansetzen. Eventuell müssen Sie es, bevor Sie es benutzen, durch einen Kaffeefilter gießen, um entstandenes Mangandioxid (Braunstein) aus der Lösung zu filtern. Ich hatte dieses Problem allerdings noch nie.

### **KEIN KALIUMDICHROMAT!**

Im Internet und in alten Fotobüchern finden Sie Anleitungen für stabile Bleichbäder auf der Basis von Kaliumdichromat. Verwenden Sie diese nicht! Nach einer Verordnung der EU von 2017 ist die Nutzung von Kaliumdichromat wegen des erwiesenen karzinogenen Risikos der Substanz für private Endverbraucher verboten.



⤴ **Abbildung 5.30**

*Der fertig entwickelte Fomapan R 100*

Der Schwarzweiß-Umkehrprozess von Foma ist speziell für den Fomapan R 100 ausgelegt. Für alle anderen geeigneten Schwarzweiß-Negativfilme lässt sich der Prozess durch eine Variation der Erstentwicklungszeit anpassen. Eine längere Zeit ergibt hellere Dias, eine kürzere dunklere.

Wer nicht so viel experimentieren will oder erstmal ohne eigenen Aufwand Ergebnisse haben möchte, findet im Adressenverzeichnis im Anhang einige analoge Fachlabore, die einen geeigneten Umkehrprozess, der auf den jeweiligen benutzten Film abgestimmt ist, anbieten.

Wenn Schwarzweiß-Negativfilme als Diapositive entwickelt werden können, liegt der Gedanke nicht fern, dass sich der nur als Diafilm angebotene Fomapan R 100 auch als Negativ entwickeln ließe. Das geht aber nicht, der Film wäre nach der Entwicklung komplett schwarz. Denn die Lichthofschuttschicht dieses Films besteht aus Silber. Und das wird, ebenso wie das erste entwickelte

Silberbild, mit dem Bleichbad entfernt. Und dieses Bad gibt es bei der Schwarzweiß-Negativentwicklung nicht.

Eine Variante, schwarzweiße Dias herzustellen, ist die Crossentwicklung der chromogenen Schwarzweiß-Filme. Da diese eigentlich monochrome Farbnegativfilme sind, bei deren Entwicklung in den drei Emulsionsschichten jeweils die gleiche Menge der Farbstoffe Cyan, Magenta und Yellow gebildet wird, ergeben sich bei einer nicht typgerechten Entwicklung interessante Farbverschiebungen. Der Ilford XP2, ein monochromer Farbnegativfilm ohne eingebaute orange Farbmaskierung (siehe Seite 175), zeigt in Abbildung 5.31 einen leichten Farbverlauf von Cyan in den Schatten zu Blau in den Lichtern. Der andere, leider nicht mehr frisch erhältliche monochrome Farbnegativfilm Kodak BW400CN besitzt eine Farbmaskierung, die bei der Crossentwicklung erhalten bleibt. Die Lichter sind deshalb orange eingefärbt. Die Schatten wirken neutral (siehe Abbildung 5.36).





⤴ **Abbildung 5.31**

*Eine Allee auf dem Darß, 2019*

Rolleicord | 75 mm | Ilford XP2 | Crossentwicklung als Farbdiapositiv

## 5.7 Besonderheiten in der Farbfotografie

Nicht jeder hat das Glück, ein Fachlabor in der Nähe zu haben, denn die Anbieter von Labordienstleistungen werden leider ständig weniger. (Eine aktuelle Liste finden Sie im Anhang und im Download-Angebot zu diesem Buch.) Und nicht jedem ist wohl dabei, Filme auf dem Postweg in eines der Großlabore zu schicken oder einer Drogerie anzuvertrauen, die die Filme auch dorthin schickt. Von der Postlaufzeit einmal ganz abgesehen. Also warum nicht auch Farbfilme selbst entwickeln? Wenn Sie es schaffen, einen Schwarzweiß-Film korrekt und sauber zu entwickeln, können Sie auch die beiden Entwicklungsprozesse für Farbfilme beherrschen. Alle Farbdiafilme sind auf den E6-Prozess abgestimmt, alle Farbnegativfilme auf den C41-Prozess. Diese beiden Prozesse sind der Standard, es gibt keine anderen. Die jeweilige Prozesschemie wird von verschiedenen Herstellern angeboten, beinhaltet aber jeweils die gleichen chemischen Substanzen. Sie haben also gar nicht erst wie in der Schwarzweiß-Fotografie die Qual der Wahl zwischen den verschiedenen

Entwicklern mit ihren unterschiedlichen Auswirkungen auf das Negativ und damit auch auf das Bildergebnis.

Die grundlegenden Entwicklungsabläufe sind die gleichen wie im Schwarzweiß-Negativprozess. Hier wie dort bestimmen die Temperaturen der Bäder und die Zeitdauer, während derer der Film darin mit welcher Intensität bewegt wird, die Qualität des Ergebnisses. Und immer ist das erste Entwicklungsbad von besonderer Bedeutung für die Helligkeit und die Farbbalance des Negativs beziehungsweise des Dias. Die benötigte hohe Prozesstemperatur von 38 °C (entspricht 100 °F) vor allem im Entwicklungsbad konstant zu halten ist eine kleine Herausforderung, die aber mit einem Wasserbad auf einem Laborschalenwärmer oder jeder anderen Warmhalteplatte, in dem die Prozesschemikalien und die Entwicklungsdose auf Temperatur gebracht und gehalten werden, gelöst werden kann.

Vereinfacht beschrieben bestehen beide Farbfilmarten aus drei übereinanderliegenden lichtempfindlichen Schichten, die jeweils unterschiedlich sensibilisierte Silberhalogenidemulsionen mit dazu passenden Farbkupplern enthalten (siehe Abbildung 3.2 auf Seite 75): eine



⤴ **Abbildung 5.32**

Die Temperatur wird hier von einem Laborschalenwärmer von Kaiser gehalten.



⤴ **Abbildung 5.33**

Manchmal findet man auf einem Flohmarkt passende Geräte. Die große Jobo-Filmentwicklungsdose wird hier auf einem motorischen Rollsystem von Cibachrome von Ilford rotiert.

blauempfindliche unsensibilisierte Schicht, die Farbkuppler für gelben Farbstoff enthält; eine grünsensibilisierte Schicht, die Farbkuppler für Magenta enthält, und eine rotsensibilisierte Schicht, die Farbkuppler für Cyan bereitstellt.

Im Farbentwicklungsbad beider Prozesse bilden sich im sogenannten *chromogenen Verfahren* in der jeweiligen Emulsionsschicht parallel zur Entwicklung der belichteten Silberhalogenidkristalle an den entstehenden Silberkörnchen in einer farbstoff erzeugenden Reaktion mit Bestandteilen des Farbentwicklers die Farbstoffe Cyan, Magenta und Yellow. Die Moleküle dieser Farbstoffe waren vor der Entwicklung geteilt. Ein Teil befand sich an einem Silberhalogenidkristall, der andere im Farbentwickler. Durch die Reduktion eines belichteten Silberhalogenidkristalls zu Silber wird das an dieses Silberhalogenidkristall gebundene Teilmolekül eines Farbstoffs angeregt, sich mit dem anderen, im Farbentwickler befindlichen Teil zu einer Farbe zu verbinden. In einem Bleichbad werden die entwickelten Silberkörnchen wieder rehalogenisiert und im anschließenden Fixierbad aus der Emulsion gelöst. Auf dem Film bleiben exakt dort fein verteilte Farbstoffwölkchen übrig, wo sich vorher ein belichtetes und entwickeltes Silberkörnchen befand. Zu

sehen ist, je nach Prozess, ein in Helligkeit und Farbe negatives oder positives Bild.

### Der Farbnegativprozess C41

Der Farbnegativprozess C41 besteht aus vier Bädern: Farbentwickler, Bleichbad, Fixierbad und Stabilisatorbad. Kleine Gebindegrößen werden derzeit von Tetenal Color-tec für 2,5 Liter (25–40 Filme) als Zweibadprozess mit kombiniertem Bleichfixierbad und von Compard Digibase für 1 Liter (20 Filme) und 2,5 Liter (50 Filme) Arbeitslösung mit getrenntem Bleich- und Fixierbad angeboten. Für den Einstieg in die C41-Entwicklung hat Compard Digibase auch ein gebrauchsfertig angesetztes Set im Programm. Dieses muss nur noch entsprechend dosiert und erwärmt werden. Die Ergiebigkeit beträgt 14 Filme. Die maximale Kapazität der Entwickler hängt von der ISO-Zahl der zu entwickelnden Filme ab, je höher diese ist, desto weniger Filme können entwickelt werden. Die Chemikalien können als Teilansätze gemischt werden und als Einmalentwickler genutzt werden. Besonders empfehlenswert ist das für eine Rotationsentwicklung, bei der weniger Lösungsmengen gebraucht werden als in der Dreh-Kipp-Entwicklung.

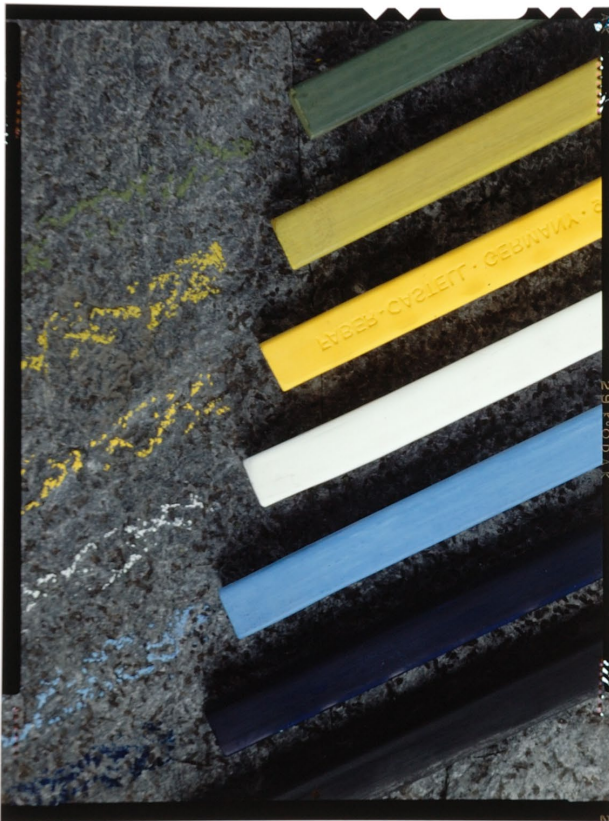
Stufe	Temp. in °C	Tetenal-2-Bad	Temp. in °C	Compard Digibase
1. Farbentwickler	38 +/- 0,3	3'15"	37,8 +/- 0,3	3'15"
2. Bleichbad			35 – 41	3'00" – 4'20"
3. Bleichfixierbad	38 +/- 1,0	6'00"		
4. Fixierbad			32 – 40	4'20" – 6'30"
5. Wässerung	30 – 40	3'00"		
6. Stabilisatorbad	Raumtemp.	1'00"	Raumtemp.	1'30"

#### ⤴ Tabelle 5.2

*Ein Überblick über die Verarbeitungszeiten und -temperaturen der beiden genannten C41-Prozesse für Rotationsentwicklung (ohne Berücksichtigung des Vorwärmens der Entwicklungsdose). Die Verarbeitungszeiten sind trotz der unterschiedlich zusammengestellten Bäder annähernd gleich. Ich verzichte beim Compard-Prozess nicht auf die abschließende Wässerung vor dem Stabilisatorbad. In der Anleitung wird bei diesem Anbieter für 20 °C eine Entwicklungszeit von 21 Minuten angegeben.*

Für den C41-Prozess werden in den Anleitungen verschiedene Prozesstemperaturen von 20 °C bis 45 °C und damit auch unterschiedlich lange Verarbeitungszeiten angegeben. Sie sollten sich unbedingt an die Standardangaben halten, besonders beim Farbentwickler. Das sind 3:15 Minuten bei 38 °C, die sich mithilfe eines temperierten Wasserbads über diese kurze Zeit gut konstant halten lassen. Der Grund meiner Empfehlung: Die Farbbalance aller Farbnegativfilme ist auf die Originalparameter des C41-Prozesses und die anschließende Vergrößerung im RA-4-Prozess abgestimmt. Die sensitometrischen Dichtekurven der einzelnen Farbschichten im Negativfilm – Cyan, Magenta und Gelb – verlaufen nur nach einer

Entwicklung bei 38 °C parallel. Sobald von diesem Standard abgewichen wird, laufen diese Dichtekurven auseinander und kreuzen sich. Die Schattenpartien zeigen dann einen anderen Farbstich als die Lichter, zum Beispiel Cyan im Schatten und Rot in den Lichtern. Dieser doppelte komplementäre Farbstich kann im analogen Vergrößerungsprozess nicht mehr ausgeglichen werden. Zusätzlich verändert sich die Kontrastwiedergabe. Aus diesem Grund ist auch eine Push-/Pull-Entwicklung nur eingeschränkt zu empfehlen. Leider ist der Farbstich wegen der orange Farbmaskierung im Negativ nicht einfach zu erkennen. Wenn Sie hybrid arbeiten, also Ihre Farbnegative digitalisieren, können Sie sowohl den Farbstich



⤴ **Abbildung 5.34**

Sie sehen zwei Planfilme, fotografiert wurde beide Male dasselbe Stilleben. Links ein Farbdi, rechts ein Farbnegativ, leicht zu erkennen an der orangefarbenen Maskierung und der komplementären Farbdarstellung.

## WARUM HABEN FARBFILME EINE ORANGE FARBMASKIERUNG?

Im Idealfall nehmen die drei Emulsionsschichten nur die Energie der Lichtwellen auf, für die sie sensibilisiert sind, also Blau, Grün und Rot, und lassen nach der Farbentwicklung im Negativ drei Farbauszüge in Gelb, Magenta und Cyan entstehen, die ihre jeweilige Komplementärfarbe (zum Beispiel Rot bei Cyan) exakt absorbieren und die beiden anderen (Grün und Blau) durchlassen. Aber analoge Prozesse sind nicht exakt. In diesem Fall sind die Absorptionseigenschaften der entwickelten chromogenen Farbstoffe nicht ideal. Je nach Film gibt es ungefähr folgende Abweichungen:

- Magenta lässt nicht 100 % Blau und 100 % Rot durch, sondern nur etwa 50 % Blau und 70 % Rot. Zusätzlich wird Grün nicht zu 100 % von Magenta absorbiert, sondern nur zu etwa 90 %.
- Cyan lässt nicht 100 % Blau und 100 % Grün durch, sondern nur etwa 50 % Blau und 25 % Grün. Zusätzlich wird Rot nicht zu 100 % von Cyan absorbiert, sondern nur zu etwa 90 %.

- Gelb zeigt fast 100 % Transparenz für Grün und Rot, weist dafür noch eine restliche Durchlässigkeit für Blau von ca. 10 % auf.

Diese Abweichungen in den einzelnen Farben verstärken sich in den hellen Bildbereichen und bewirken eine Vergrauung der Farben bei der Vergrößerung. Bei Magenta entsteht mit zunehmender Belichtung ein gelber Farbstich (komplementär zu Blau), bei Cyan ein oranger Farbstich, eine Mischung aus gelb (komplementär zum blauen zurückgehaltenen Lichtanteil) und Magenta (komplementär zum grünen zurückgehaltenen Lichtanteil).

Mit einer orange Farbmaskierung im Film, die sich im Farbentwickler parallel zu den genannten Nebendichten abbaut, entsteht ein einheitlicher Farbstich, der sich einfach ausfiltern lässt und die Farbsättigung und Brillanz der Farbvergrößerung erhöht.

als auch den Kontrast mit ein bisschen Übung einfach korrigieren. Wahrscheinlich ist das auch der Grund für die großzügige Auslegung der Verarbeitungsparameter. Wenn man von einer realistischen Farbwiedergabe absieht, gibt es aber ein weites Feld für Experimente, im komplett analogen und im hybriden Workflow.

## Der Farbumkehrprozess E6

Der Farbumkehrprozess E6 besteht aus sechs Bädern: Schwarzweiß-Entwicklungsbad, Umkehrbad (man könnte auch einfach das Licht einschalten), Farbentwickler, Bleichbad, Fixierbad und Stabilisatorbad.

Für den Amateurmarkt sind aktuell zwei Chemikaliensätze verfügbar:

Tetenal bietet einen Dreibadprozess (Colortec E6) mit abschließendem Stabilisatorbad an, bei dem sowohl der Farbentwickler und das Umkehrbad als auch das Bleich-

und das Fixierbad jeweils zu einem Prozessschritt zusammengefasst sind. In den jeweils 2,5 Liter Arbeitslösung, die aus den 500-ml-Konzentraten und Wasser gemischt werden, können maximal 30 Kleinbild- oder Rollfilme entwickelt werden.

Mit sieben Bädern arbeitet der E6-Entwicklungssatz Chrome 6X von Fujihunt. Zwischen dem Farbentwickler und dem Bleichbad gibt es hier ein Vorbleichbad. Mit den insgesamt jeweils 5 Litern Arbeitslösung pro Prozessschritt können maximal 40 Filme entwickelt werden.

Im ersten Bad werden die Belichtungen auf dem Film als schwarzweiße Negative entwickelt, wie Sie es aus dem Schwarzweiß-Prozess bereits kennen. Wie Sie wissen, sind die nicht entwickelten Silberhalogenidkristalle nach der Entwicklung noch lichtempfindlich. Diese werden im zweiten Prozessschritt bei der Umkehrentwicklung chemisch »belichtet«. Das betrifft genau die Kristalle, die bei der Aufnahme in der Kamera kein Licht

abekommen haben. Der in einem entwickelten Negativ fast durchsichtige Schattenbereich wird jetzt stark belichtet, bei den im Negativ dunklen Lichtern bleibt nicht mehr viel übrig für die zweite Belichtung, hier wird das Diapositiv fast durchsichtig. Es ist ein positives latentes Bild entstanden, das nun im Farentwickler entwickelt wird. In diesem Bad reagieren die Farbkuppler aus dem Film und dem Entwickler miteinander und bilden die Farbstoffmoleküle. Nach der Zweitbelichtung könnten Sie den Film bei Licht weiterverarbeiten, denn ab diesem Moment sind alle lichtempfindlichen Silberhalogenidkristalle belichtet. Wenn Sie den Film nach der Farentwicklung aus der Entwicklungsdose holen würden, würden Sie feststellen, dass er komplett schwarz ist. Denn das gesamte im Film enthaltene Silber ist entwickelt und lässt somit kein Licht mehr durch den Filmträger. Durch die Rehalogenisierung im Bleichbad und das anschließende Fixieren wird das Edelmetall vollständig aus dem Film

entfernt. Es bleiben nur die fein verteilten Farbstoffe übrig. Nach dem Stabilisatorbad und dem Trocknen haben Sie einen Film mit Positiven in der Hand, deren Motive im Durchlicht durch subtraktive Farbmischung sichtbar werden.

Farbdias sind sehr feinkörnig. Denn in der ersten Belichtung in der Kamera fangen fast alle großen Silberhalogenidkristalle aufgrund ihrer großen Oberfläche die benötigten mindestens vier Photonen ein, um im Entwicklungsprozess geschwärzt zu werden. Die übrig gebliebenen kleineren, nicht so lichtempfindlichen Kristalle werden im Umkehrbad belichtet. Diese sind für den Bildaufbau im Farentwicklungsbad verantwortlich. Und nur dieses Farbbild bleibt zum Schluss auf dem Filmträger übrig.

Sie sollten die Prozessbäder mit destilliertem Wasser ansetzen. Sehr sensibel ist das erste Entwicklungsbad. Besonders hier kommt es auf die exakte Einhaltung der

	<b>Stufe</b>	<b>Temp. in °C</b>	<b>Tetenal-3-Bad</b>	<b>Temp. in °C</b>	<b>Fujihunt Chrome 6X</b>
1.	Erstentwickler	38 +/- 0,3	6'15"	38 +/- 0,3	6'00"
2.	Wässerung	38 +/- 0,5	2'30"	36 +/- 3,0	2'00"
3.	Umkehrbad			38 +/- 1,0	2'00"
4.	Farentwickler	38 +/- 0,5	6'00"	38 +/- 0,6	4'00"
5.	Wässerung	36 +/- 3,0	2'30"		
6.	Vorbleichbad			36 +/- 3,0	2'00"
7.	Bleichbad			36 +/- 3,0	6'00"
8.	Bleichfixierbad	36 +/- 3,0	6'00"		
9.	Fixierbad			36 +/- 3,0	4'00"
10.	Wässerung	36 +/- 3,0	4'00"	36 +/- 3,0	3'00"
11.	Stabilisatorbad	Raumtemp.	1'00"	Raumtemp.	1'00"

### ⤴ **Tabelle 5.3**

*Ein Überblick über die Verarbeitungszeiten und -temperaturen der beiden erhältlichen E6-Prozesse für Rotationsentwicklung (ohne Berücksichtigung des Vorwärmens der Entwicklungsdose). Die Verarbeitungszeiten sind trotz der unterschiedlich zusammengestellten Bäder annähernd gleich: Tetenal Colortec 28:15 Minuten/Fujihunt Chrome 6X: 30 Minuten*

Temperatur und der Entwicklungszeit an. Längere Zeiten und/oder ein wärmeres Bad ergeben hellere Dias, kürzere Zeiten und/oder ein kälteres Bad führen zu dunkleren Dias. Das sind auch die Korrekturmöglichkeiten bei unter- beziehungsweise überbelichteten Diafilmen. Bei einer Unterbelichtung von einer Blende kann die Zeit im Erstentwickler um zwei Minuten (Push 1) verlängert werden, bei zwei Blenden um 5:30 Minuten (Push 2). Die maximale Schwärzung des Films nimmt dabei ab. Selbstverständlich sind auch Zwischenzeiten möglich. Ein überbelichteter Film kann durch eine Verkürzung der Erstentwicklungszeit (minus zwei Minuten bei einer Blende Überbelichtung) »gerettet« werden. Eine kürzere Zeit wird wegen der Gefahr einer ungleichmäßigen Entwicklung nicht empfohlen. Eine kleine Schwierigkeit ergibt sich durch die Mehrfachverwendung der Chemie ohne Regeneration im Erstentwickler. Die nachlassende Aktivität des Erstentwicklers, die dunklere Dias verursachen kann, muss durch eine Verlängerung der Zeit angepasst werden.

Ihre ersten selbst entwickelten Diafilme sollten nicht Ihre besten Motive enthalten, denn es bedarf etwas Erfahrung, die Helligkeitssensible Erstentwicklung in ihrem Prozessablauf gut abzustimmen. Dafür brauchen Sie keinen *Densitometer*, das funktioniert auch gut durch eine Sichtkontrolle. Denken Sie immer daran, dass das Dia positiv Ihr Endprodukt ist! Es gibt keine Korrekturmöglichkeit in einem zweiten Schritt wie beim Negativ-Positiv-Prozess.

## 5.8 Crossentwicklung

Um Ihre experimentelle Neugierde zu befriedigen und vor allem um zu interessanten Ergebnissen zu kommen, bietet sich die Möglichkeit an, Farbfilme im jeweils anderen Farbprozess zu entwickeln. Also die Entwicklung von Farbnegativen zu Farbdias und von Farbdias zu Farbnegativen. Die Farben und die Kontraste werden durch diese nicht typgerechte Behandlung stark beeinflusst; das konkrete Ergebnis ist vom Filmtyp und vom Alter des Films abhängig. Bei Farbdiafilmen, die im C41-Prozess



⤴ **Abbildung 5.35**

*Der Diafilm Agfa CTprecisa 100, abgelassen im Jahr 2008, entwickelt in C41, 2019*

**Rolleicord | 75 mm | Agfa CTprecisa 100 | KB-Film mit Adaptern in Mittelformatkamera**

zu Negativen entwickelt werden, fehlt die orange Farbmaskierung. Dadurch ist die Kontrastwiedergabe steiler, und die Farben werden knalliger wiedergegeben. Bei einer Digitalisierung des Films lässt sich noch einiges anpassen. Wenn Sie aber vorhaben, eine analoge Vergrößerung von gecrossten Negativen herzustellen, sollten Sie mit der Belichtungs- und Entwicklungszeit des Films »spielen«, um herauszufinden, wie er behandelt werden muss, um im rein analogen Workflow gute Ergebnisse zu

erhalten. Diese Filmtests lohnen sich selbstverständlich nur, wenn Sie mehrere Exemplare eines Filmtyps zur Verfügung haben, und die Experimente sollten Sie nicht mit »einmaligen« Aufnahmen vornehmen.

Wenn Sie Farbnegativfilme zu Dias crossen, also im E6-Prozess entwickeln, bleibt die orange Farbmaskierung erhalten. Sie beeinflusst dadurch, neben den ohnehin schon nicht korrekten Farben, die Farbwiedergabe. Denn über alle Farben wird dieser Farbstich gelegt, der in den Lichtern stärker auffällt als in den dunklen Bereichen des Motivs. Auch hier gilt: Nach einer Digitalisierung lässt sich noch viel beeinflussen. Wenn Sie für eine Projektion fotografieren, sollten Sie vorher mit Belichtungs- und Entwicklungszeit experimentieren.

## 5.9 Entwicklungsmaschinen und Filmprozessoren

Wenn Ihnen die Einhaltung der Temperaturen und der Zeitabläufe sowie der Takt der kontinuierlichen Bewegung bei der manuellen Entwicklung Ihrer Filme zu kompliziert sind, könnten Filmprozessoren für Sie eine Lösung sein. Voll- oder teilautomatisierte Abläufe sorgen für eine größere Konstanz in den Ergebnissen der Filmentwicklungen. Allerdings verlassen Sie damit den reinen Amateurbereich und begeben sich zumindest in den semiprofessionellen Bereich hinein, allerdings soll es ja auch Liebhaber geben, die viel Geld für ihre Kamera ausgeben. Aktuell sind drei unterschiedlich konstruierte Filmprozessoren-Modelle auf dem Markt.

### ✂ **Abbildung 5.36**

*Chromogener Schwarzweiß-Film, entwickelt im Farbdiaprozess. Am Gleisdreieck, 2019*

Mamiya RB 67 | 50 mm | Kodak BW400CN | KB-Film mit Adaptern in Mittelformatkamera







# Inhalt

Vorwort .....	8
<b>1 DIE FASZINATION DER ANALOGEN FOTOGRAFIE .....</b>	<b>11</b>
1.1 Vom Reiz des »Unperfekten« hin zum perfektionistischen Handwerk .....	12
1.2 Die analoge Fotografie als Schule des Sehens .....	16
1.3 Die Berechtigung des Analoges in einer digitalen Welt ....	20
<b>2 KAMERAS UND OBJEKTIVE .....</b>	<b>25</b>
2.1 Die Größe des Filmmaterials .....	26
2.2 Sucher oder Mattscheibe? .....	30
2.3 Verschluss .....	33
2.4 Belichtungsmessung .....	35
2.5 Die vier Kamerabauarten .....	37
Die Sucherkamera .....	37
Die zweiäugige Spiegelreflexkamera .....	41
Die Spiegelreflexkamera .....	42
Die Großformatkamera .....	45
Plädoyer für die Verwendung eines Kamerastativs .....	46
2.6 Was Sie über Objektive wissen sollten .....	47
Auflagemaß .....	47
Brennweite und Aufnahmewinkel .....	49
Lichtstärke .....	51
Blende und Schärfentiefe .....	52
2.7 Kaufberatung .....	53
Neue Kameras .....	53
Gebrauchte Kameras .....	54





Kameras und Objektive testen .....	56
<b>INSPIRATION</b> Lochkamera .....	60

### 3 **FILM – DER ANALOGE SENSOR** .....

<b>3.1</b> <b>Wie funktioniert ein analoger Film?</b> .....	72
Bilderzeugung .....	72
Bildspeicherung .....	73
Lichtempfindlichkeit .....	73
Spektrale Empfindlichkeit .....	74
Auflösungsvermögen und Schärfe .....	76
<b>3.2</b> <b>Schwarzweiß-Film</b> .....	79
<b>3.3</b> <b>Farbfilm</b> .....	83
Farbdiapositiv .....	84
Farbnegativ .....	84
<b>3.4</b> <b>Experimentelle Kreativfilme</b> .....	88
<b>3.5</b> <b>Die Wundertüte: abgelaufener Film</b> .....	91
<b>3.6</b> <b>Film einlegen und entnehmen</b> .....	94
Kleinbildfilm .....	95
<b>EXKURS</b> DX-Codierung .....	97
Mittelformatfilm .....	99
Planfilm .....	101
<b>INSPIRATION</b> Sofortbild .....	104
<b>INTERVIEW</b> Fotoimpex und Adox – Mirko Bötdecker ....	114

### 4 **BELICHTUNGSMESSUNG UND BELICHTUNG** .....

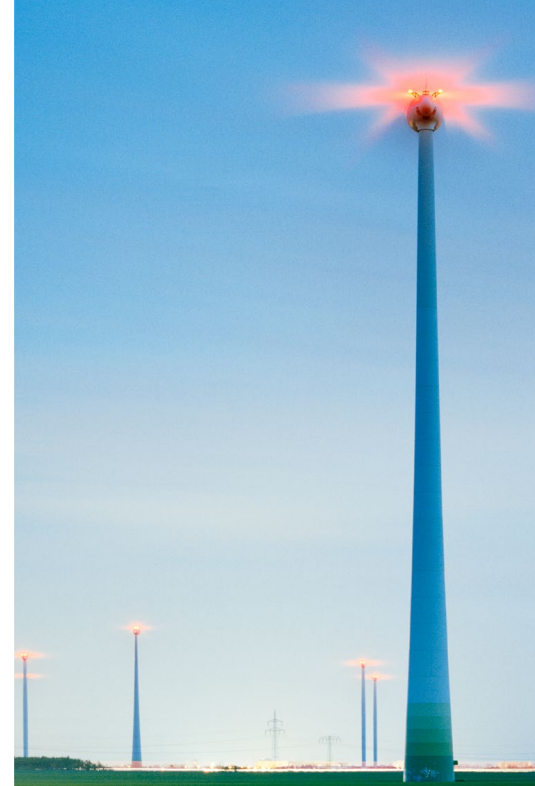
<b>4.1</b> <b>Die richtige Belichtung</b> .....	124
<b>4.2</b> <b>Kontraste bewältigen</b> .....	125
<b>4.3</b> <b>Die Belichtung messen</b> .....	127
Verlängerungsfaktor aufgrund des Fokuswegs .....	132
Verlängerungsfaktor aufgrund eines Aufnahmefilters .....	132
Schwarzschildeffekt .....	133

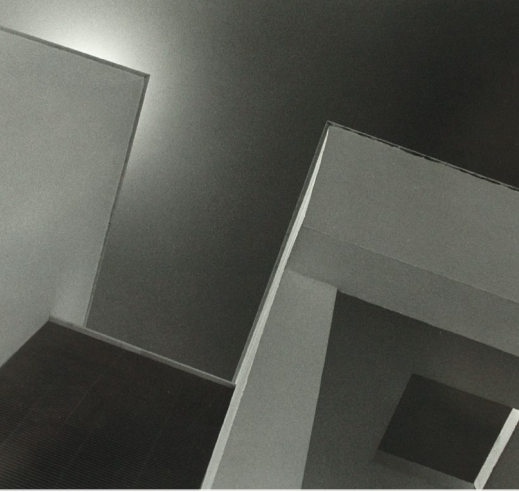
4.4	<b>Aufnahmefilter</b> .....	133
	Schwarzweiß .....	134
	<b>EXKURS Die Farbe des Lichts</b> .....	137
	Farbkorrekturfilter .....	139
	Polarisationsfilter .....	139
	Graufilter .....	140
	Infrarotfilter .....	140
4.5	<b>Infrarotfotografie</b> .....	140
	<b>INSPIRATION Der lange Blick</b> .....	142

## 5 **VON DER BELICHTUNG ZUM NEGATIV** .....

149

5.1	<b>Aufwand und Möglichkeiten</b> .....	150
5.2	<b>Die Arbeitsmittel</b> .....	150
5.3	<b>Die Chemikalien für den Schwarzweiß-Prozess</b> .....	152
	Filmentwickler .....	153
	Fixierbad .....	155
	Netzmittel .....	155
5.4	<b>Der Entwicklungsprozess</b> .....	156
5.5	<b>Das Negativ</b> .....	164
	Beurteilung eines Negativs .....	164
	Einfluss von Belichtung und Entwicklung .....	165
5.6	<b>Diapositive in Schwarzweiß</b> .....	168
5.7	<b>Besonderheiten in der Farbfotografie</b> .....	172
	Der Farbnegativprozess C41 .....	173
	Der Farbumkehrprozess E6 .....	175
5.8	<b>Crossentwicklung</b> .....	177
5.9	<b>Entwicklungsmaschinen und Filmprozessoren</b> .....	178
	Heiland-TAS-Filmprozessor .....	179
	Jobo-Colorprozessor .....	180
	Filmomat .....	182
	<b>INSPIRATION Küchenchemie und andere</b>	
	<b>Materialspielereien</b> .....	192





<b>6</b>	<b>VOM NEGATIV ZUR VERGRÖSSERUNG – DER SCHWARZWEISS-PROZESS</b> .....	205
6.1	Die Dunkelkammer .....	207
6.2	Die Fotomaterialien .....	212
	Fotopapiere .....	213
	Chemikalien .....	217
6.3	Der Kontaktbogen .....	219
6.4	Der Workflow in der Dunkelkammer .....	220
	<b>EXKURS</b> Weiße Punkte auf der Vergrößerung – analoge Retusche .....	232
	<b>INSPIRATION</b> Fine Art Print – Roland Behrmann .....	234
	<b>INSPIRATION</b> Dunkelkammerexperimente .....	242

<b>7</b>	<b>VOM NEGATIV ZUR VERGRÖSSERUNG – DER FARBPROZESS RA-4</b> .....	255
7.1	Unterschiede in der Dunkelkammer .....	256
7.2	Die Fotomaterialien .....	258
	Farbnegativpapiere .....	258
	Chemikalien .....	258
7.3	Der Workflow in der Dunkelkammer .....	259
	<b>INSPIRATION</b> Handabzüge – Barbara Thiel .....	264
	<b>INSPIRATION</b> Edeldruckverfahren .....	266

<b>8</b>	<b>AUFBEWAHRUNG UND ARCHIVIERUNG</b> .....	281
8.1	Was heißt eigentlich archivfest? .....	282
8.2	Wie man sein analoges Archiv organisiert .....	284

8.3	Wo und worin man Negative, Positive und Abzüge lagert .....	285
	<b>INSPIRATION</b> Coins in the Devil's Purse – Stephen John Mooney .....	289
<b>9</b>	<b>ZEIGEN SIE IHRE WERKE!</b> .....	293
9.1	Präsentationsformen .....	294
	Die Wand .....	295
	<b>EXKURS</b> Passepartout schneiden .....	297
	Das Fotobuch .....	299
	Die Projektion .....	301
9.2	Digitalisieren .....	302
	<b>EXKURS</b> Die einfache digitale Reproduktion .....	304
9.3	Die Ausstellung .....	305
	<b>INSPIRATION</b> Chemigramme – Malte Nies .....	308
	<b>INSPIRATION</b> Descriptive Anatomy – Verena Frye .....	310
	Die Fotografen .....	316
	URLs nach Kapiteln .....	317
	Analoge Fotolabore .....	319
	Filme, Fotopapiere und Chemikalien .....	322
	Analoge Gebrauchtkameras .....	323
	Werkstätten .....	324
	Foren und Publikationen .....	324
	Glossar .....	325
	Index .....	333

