



EDITION  
**PROFIFOTO**  
MAGAZIN FÜR FOTOKULTUR UND TECHNIK



# ANALOGE FOTOGRAFIE

KREATIVE TECHNIKEN FÜR DIE DUNKELKAMMER

MARC STACHE

Vorwort . . . . .	9
-------------------	---

---

## Kapitel 1

Moderne Technik für die Dunkelkammer . . . . .	11
--	----

---

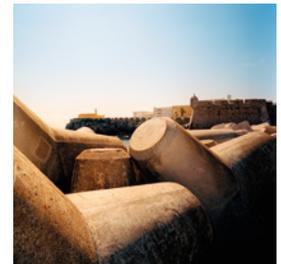
1.1 Dunkelkammerbeleuchtung mit LED . . . . .	11
1.2 LED-Rotlichttaschenlampen . . . . .	14
1.3 LED-Lichtköpfe für Vergrößerer . . . . .	14
1.4 Moderne Vergrößerungsgeräte . . . . .	16
1.5 Prozesskontrolle und Laborcomputer . . . . .	19
1.6 Raumklima und Luftreinigung . . . . .	22
1.7 Wohltemperiertes Leitungswasser . . . . .	24
1.8 Wasserfilterung . . . . .	27
1.9 Aktuelle Entwicklungsmaschinen für das Heimlabor . . . . .	28
1.10 Pressen für Barytbilder . . . . .	41

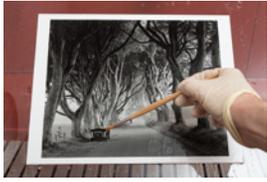
## Kapitel 2

Sicherheitshinweise bei der Arbeit mit Fotochemikalien . . . . .	45
--	----

---

2.1 Sicherheits- und Warnhinweise . . . . .	45
2.2 Inhaltsstoffe fotografischer Bäder . . . . .	47
2.3 Fotochemie für Farbprozesse . . . . .	48
2.4 Entsorgung von Fotochemie . . . . .	49
2.5 Allergien/Sensibilisierungen . . . . .	49
2.6 Schutzkleidung . . . . .	50
2.7 Ordnung und Sauberkeit . . . . .	51
2.8 Notfallvorsorge und Erste Hilfe im Fotolabor . . . . .	52
2.9 Sicherheitsregeln im Fotolabor . . . . .	53





# Inhalt

## Kapitel 3

Fortgeschrittene Techniken für die Schwarz-Weiß-Dunkelkammer . . . . . 55

3.1	F-Stop-Printing. . . . .	55
3.2	Splitgrade-Printing . . . . .	59
3.3	Preflash – Vorbelichten von Fotopapier. . . . .	62
3.4	Wasserbadentwicklung . . . . .	66
3.5	Liquid Light – Arbeiten mit Farmer'schem Abschwächer. . . . .	66
3.6	Pyrogallol-Filmentwickler mit Stain . . . . .	69
3.7	Hochglanzpressen von Barytpapier . . . . .	71
3.8	Rotationsentwicklung . . . . .	76
3.9	Aktuelle Möglichkeiten der Planfilmentwicklung . . . . .	84

## Kapitel 4

Farbfilm . . . . . 91

4.1	Einleitung . . . . .	91
4.2	Filmaufbau . . . . .	91
4.3	Farbfilmtypen . . . . .	93
4.4	Lichtfarbe und Farbfilm. . . . .	93
4.5	Belichtungstipps für Farbfilme . . . . .	96
4.6	Übersicht am Markt erhältlicher Farbnegativfilme . . . . .	98
4.7	Cinefilm-Material in der Fotografie . . . . .	109
4.8	Kreative Effektfilme . . . . .	114
4.9	Kleine Marktübersicht der kreativen Farbeffektfilme . . . . .	115
4.10	Marktübersicht Diafilme . . . . .	124

## Kapitel 5

Farbfilmentwicklung. . . . . 131

5.1	C-41-Farbnegativprozess. . . . .	132
5.2	E-6-Farbdiafilmentwicklung . . . . .	140
5.3	ECN-2-Cinefilm-Entwicklungsprozess . . . . .	143

## Kapitel 6

Analoges Farbpapier & RA-4-Entwicklung im Heimlabor . . . . . 147

- 6.1 Einleitung . . . . . 147
- 6.2 Analoges Farbpapier . . . . . 148
- 6.3 Die Farbdunkelkammer . . . . . 151
- 6.4 Der RA-4-Entwicklungsprozess . . . . . 157
- 6.5 Farbkorrekturfilterung . . . . . 158
- 6.6 Fehlertabelle RA-4-Entwicklung . . . . . 166

## Kapitel 7

Schwarz-Weiß-Diafilm & -Umkehrentwicklung . . . . . 169

- 7.1 Geeignete Filme . . . . . 170
- 7.2 Belichtung von Schwarz-Weiß-Dias . . . . . 170
- 7.3 Schwarz-Weiß-Umkehrentwicklung . . . . . 171
- 7.4 Einsatzzwecke von Schwarz-Weiß-Dias . . . . . 177

## Kapitel 8

Analoge Kreativtechniken . . . . . 179

- 8.1 Lumen-Printing. . . . . 179
- 8.2 Chemigramme . . . . . 181
- 8.3 Analoge Edeldrucktechniken . . . . . 183
- 8.4 Solarfast-Lichtfarben . . . . . 195
- 8.5 Solargrafien mit Solarcan . . . . . 197
- 8.6 Chlorophyll-Druck . . . . . 200
- 8.7 Kreative Filmmanipulationen . . . . . 201





# Inhalt

## Kapitel 9

Adressen und Links . . . . . 207

---

9.1	Internetforen. . . . .	207
9.2	Händler für analoge Filme, Fotopapiere, Chemikalien und Archivmaterialien . . . . .	207
9.3	Second-Hand-Kameras und Laborgeräte. . . . .	208
9.4	Hersteller analoger Fotochemikalien, Filme und Verbrauchsmaterialien . . . . .	208
9.5	Hersteller analoger Laborgeräte . . . . .	209
9.6	Reparaturwerkstätten. . . . .	209
9.7	Analoge Fotofachlabore . . . . .	210
9.8	Mietlabore . . . . .	211
9.9	Literaturempfehlungen . . . . .	212
9.10	Magazine und Zeitschriften. . . . .	213
9.11	Weitere interessante Links für Analogfotografen . . . . .	213

Schlusswort. . . . . 215

---

	Danksagung . . . . .	215
	Laborservice, Workshops, Fotokunst und Shopangebot . . . . .	216

Index . . . . . 218

---

# Vorwort

Als im Jahr 2015 die erste Auflage meines Buchs »Analog fotografieren und entwickeln: Die eigene Dunkelkammer« erschienen ist, hätte ich nicht zu träumen gewagt, dass dieses Buch auch im Jahr 2023 noch gelesen wird, geschweige denn schon in seiner 4. Auflage erhältlich ist.

Seit der ersten Auflage beschäftigte mich der Wunsch, auch noch ein weiteres Buch zu schreiben, das fortgeschrittene Fotolabortechniken zum Thema hat, um das volle kreative Potenzial analoger Fototechniken noch umfassender vermitteln zu können.

Sollten Sie bereits Vorkenntnisse in der analogen Dunkelkammer besitzen, ist die Lektüre meines ersten Buchs für das Verständnis dieser Publikation nicht unbedingt notwendig. Grundlegende Labortechniken für Einsteiger in Fotolabor und Schwarz-Weiß-Entwicklung werde ich in diesem Buch jedoch nicht erneut ausführlich erklären, da dies ansonsten den Rahmen sprengen würde. Ich setze diese Kenntnisse daher als bekannt voraus.

Diese neue Publikation knüpft da an, wo mein erstes Buch aufhört: Erste eigene Entwicklungen von Filmen und Papieren haben erfolgreich geklappt, und nun ist das Interesse geweckt, noch tiefer in die Materie einzusteigen und herauszufinden, was es noch an weiteren kreativen Möglichkeiten in der analogen Dunkelkammer zu entdecken gibt.

Während sich mein erstes Buch vorwiegend mit den Grundlagen der analogen Fotografie sowie Entwicklung und Verarbeitung von Schwarz-Weiß-Filmen befasst, möchte ich in diesem Buch Einblicke geben in moderne »state-of-the-art«-Dunkelkammertechnik, analoge Kreativtechniken sowie die Entwicklung von Farbfilmen und Farbpapieren im eigenen Heimplabor.

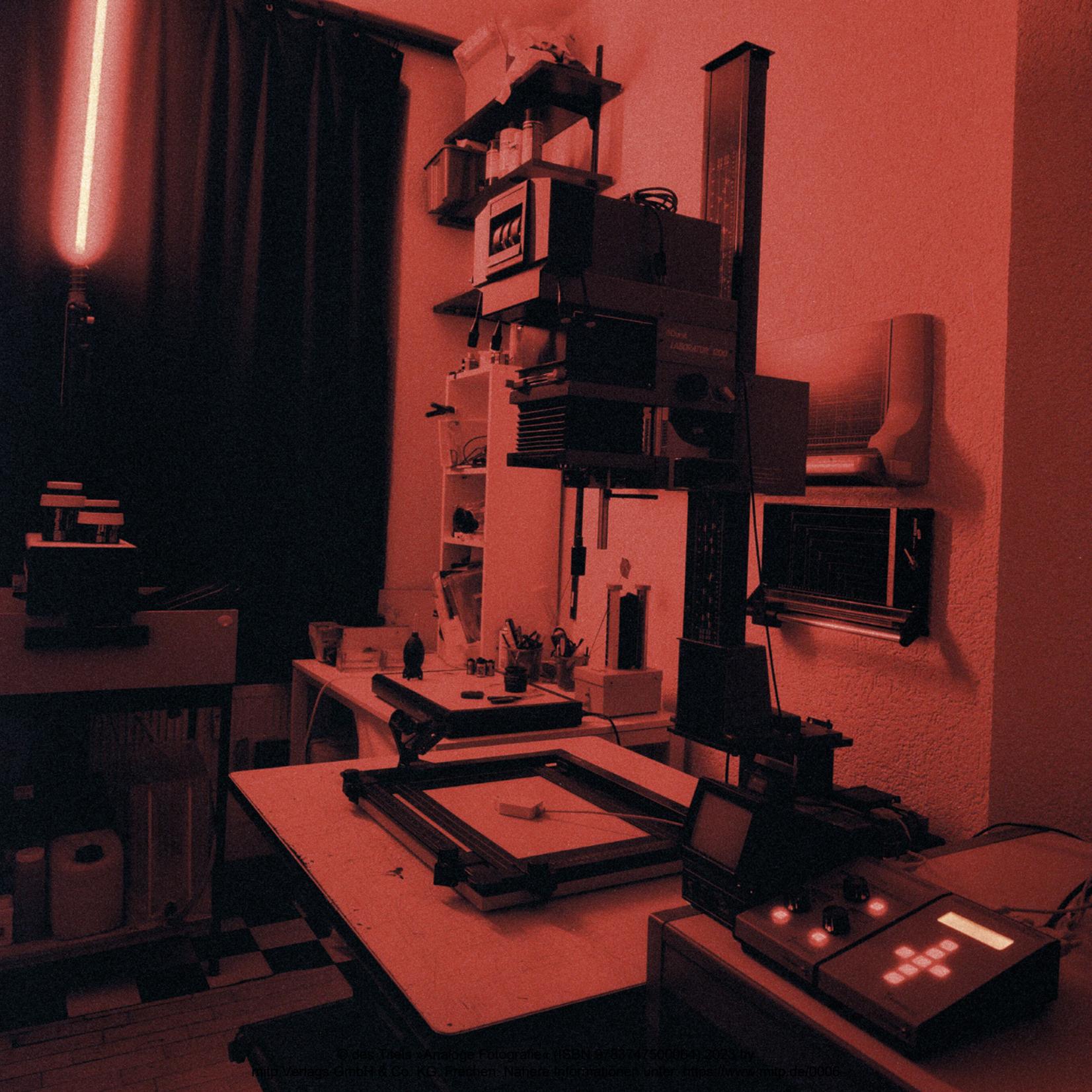
Lange Zeit war die analoge filmbasierte Fotografie in einen Dornröschenschlaf verfallen, während die rastlose moderne Fotowelt sich immer schneller und weiter um immer mehr Pixel, Bits und Bytes zu drehen schien.

In den letzten Jahren erlebte die analoge Fotografie nach meinem Empfinden jedoch ein regelrechtes Comeback, das stetig weiter Schwung entwickelt. Natürlich gibt es auch Schattenseiten mit schwierigen Materialverfügbarkeiten, Abkündigungen lieb gewordener Produkte und stetig steigender Preise. Die Grundstimmung ist jedoch weiterhin sehr positiv, vor allem aufgrund einer sehr aktiven und kreativen analogen Fotoszene. Mangelnde Lieferbarkeit oder der ganze Verlust von langjährig verfügbaren Produkten werden oft zu Innovationsquellen für neue alternative Produkt- und Geschäftsideen.

Als Beispiel seien hier das stetig wachsende Angebot an Cinefilm-Materialien sowie die zugehörige Entwicklungschemie und Laborservices zu nennen, kreative Lösungen im 3D-Druckverfahren oder auch Ankündigungen eines ehemals etablierten Kameraherstellers wie Pentax, in der Zukunft wieder in die Herstellung analoger Kameras einsteigen zu wollen.

Ich hoffe, mit diesem Buch die Freude am kreativen Schaffen, Experimentieren und analogen Bildermachen noch weiter anzuregen, Inspirationen zu geben, was alles möglich ist und gleichzeitig Bedenken zu nehmen, neue Techniken auszuprobieren, die vielleicht auf den ersten Blick allzu kompliziert erscheinen.

Marc Stache, April 2023



# 1 Moderne Technik für die Dunkelkammer

Viele Geräte, die wir in der analogen Dunkelkammer verwenden, basieren auf Forschung und Technik von Mitte des 20. Jahrhunderts bis maximal Anfang der 2000er-Jahre, wobei die »moderner« Laborgeräte darunter meist aus der Hochphase der analogen Fotografie in den späten 1980er- bis 1990er-Jahren stammen. Als der Siegeszug der digitalen Fotografie einsetzte, konzentrierte die Fotoindustrie lange Zeit all ihre Innovationskraft auf die Entwicklung neuer Kamerasensoren, schnellerer Autofokusobjektive und leistungsfähigerer Bildbearbeitungsprogramme. Die analoge Fototechnik war zu dem Zeitpunkt schon sehr weit ausentwickelt, große Innovationen daher forschungs- und kostenintensiv, während Investitionen in eine komplett neue Fototechnik in ihren Kinderschuhen deutlich mehr Rendite versprachen. Viele zur Digitalfotografie wechselnde Fotografen rüsteten sich in dieser Zeit noch einmal komplett neu aus und da es insbesondere in den ersten Jahren recht kurze Innovationszyklen mit bedeutenden technischen Fortschritten gab, wiederholten sich solch große Investitionen in kurzer Abfolge.

Viele funktionstüchtige analoge Kameras und das entsprechende Zubehör wanderten im Zuge des digitalen Umschwungs in den Keller, auf den Flohmarkt, im besten Fall ins Museum, im schlimmsten Fall wohl leider auch auf den Müll.

Seit einigen Jahren erfährt nun der analoge Fotomarkt eine »Renaissance«. Oftmals hervorgerufen durch ein Gefühl einer allgegenwärtigen Übersättigung mit digitaler Technik, aber auch aufgrund ihrer besonderen, digital nicht vollständig reproduzierbaren Bildästhetik besinnen sich viele Hobby-, aber auch einige Berufsfotografen wieder verstärkt auf die Möglichkeiten der filmbasierten Fotografie.

Die große Zahl an Laborgeräten auf Gebrauchtbörsen im Internet bietet hierfür einen unendlich scheinenden und kostengünstigen Fundus an Ausrüstung.

Gerade dieser große Gebrauchtmrkt bewirkt aber zugleich einen großen Preisdruck auf die verbliebenen Hersteller. Die im Fotohandel neu erhältlichen Geräte waren daher lange Zeit wenig innovativ, sondern sowohl in Funktion als auch Design Fortführungen bewährter, altgedienter Produkte.

Während an der Verwendung bewährter und funktionaler Geräte im Grunde genommen auch nichts auszusetzen ist und die langjährige Wiederverwendung durch wechselnde Fotolaboranten-Generationen auch dem Gedanken nachhaltiger Nutzung entspricht, verstärkte dies aber leider über lange Zeit den allgemeinen Eindruck, bei analoger Fototechnik handle es sich um eine »tote, antikierte Technik«.

In diesem Kapitel möchte ich die Gelegenheit nutzen, eine Auswahl moderner innovativer Produkte für die analoge Dunkelkammer vorzustellen.

Der Fokus liegt hier auf aktuell erhältlichen, neu produzierten Geräten und Hilfsmitteln, die mit einem aktuellen Stand an Labortechnik helfen, Arbeitsabläufe zu erleichtern und gleichzeitig auch die Bildergebnisse zu verbessern.

Mit einigen dieser Geräte werden wir uns in den folgenden Kapiteln bei der Beschreibung verschiedener Arbeitstechniken auch noch einmal eingehender beschäftigen.

## 1.1 DUNKELKAMMERBELEUCHTUNG MIT LED

Das schummrige rote Dunkelkammerlicht ist im Laufe der Zeit der reinen technischen Notwendigkeit entwachsen und durch Filmzitate, Werbung und Erzählungen aus Kindheitserinnerungen im

Fotolabor gewissermaßen zu einem Inbegriff der magisch anmutenden Dunkelkammeratmosphäre geworden.

Aber ebenso wie ihre häuslichen Verwandten haben die klassischen roten Glühbirnen mittlerweile immer mehr ausgedient. Zwar sind sie im Gegensatz zu herkömmlichen weißen Glühbirnen im Fotohandel weiterhin in Form von Speziallampen erhältlich und bieten eine verhältnismäßig preiswerte Möglichkeit, um etwas Licht ins Dunkel zu bringen, aber es finden sich immer mehr LED-Dunkelkammerlampen auf dem Markt.

Moderne Rotlicht-LED-Lampen bieten dabei entscheidende Vorteile:

- ▶ Größere Schleiersicherheit durch besonders eng begrenztes rotes Lichtspektrum mit einer Wellenlänge von 630 nm
- ▶ Stärkere Helligkeit und dadurch mehr Sichtkontrolle für angenehmes Arbeiten in der Dunkelkammer
- ▶ Energiesparend

## HEILAND-ELECTRONIC-LED-LABORLICHT

Auch zu Glühbirnenzeiten in den 1990er-Jahren gab es schon einige professionelle Laborlampen auf LED-Basis. Die Mehrzahl der Laboranten verwendete aber einfache rote Glühbirnen.

Einer der ersten Anbieter einer professionellen LED-Dunkelkammerlampe aus aktueller Zeit ist der Hersteller Heiland electronic aus Wetzlar.

Die LED-Dunkelkammerlampen von Heiland electronic gibt es in unterschiedlichen Ausführungen.

Die stabförmigen Lampen sind in Bauform ähnlich einer Leuchtstoffröhre mit in Reihe geschalteter LED-Lämpchen. Die Schwarz-Weiß-Variante verfügt über rote und weiße LEDs.

Die roten LEDs sind mit einer präzisen Wellenlänge von 630 nm sicher für orthochromatische Papier- und Filmemulsionen. Zur Beurteilung von Bildergebnissen kann per Schalter auf weißes LED-Licht mit einer Farbtemperatur von ca. 6000 Kelvin gewechselt werden. Dies erspart den Gang heraus aus dem Labor ans Fenster mit Tageslicht und vereinfacht so die Ergebniskontrolle von Teststreifen und Abzügen ungemein.

Für Laboranten, die sowohl im Schwarz-Weiß- als auch im Farblabor arbeiten, gibt es eine Sondervariante mit gelben LEDs in einer Wellenlänge von 590 nm anstelle der weißen. Aufgrund der

schwachen Intensität, die für die sichere Verarbeitung von analogem Farbpapier notwendig ist, bietet die Colorlampe aber nur eine sehr diffuse Beleuchtung und dient in erster Linie zur besseren Orientierung im ansonsten völlig dunklen Labor.

Alle Farbvarianten sind per Drehregler in ihrer Lichtintensität dimmbar.

Eine einzelne solche Lampe reicht in meinem etwa 20 m<sup>2</sup> großen Labor völlig aus, um den Raum angenehm hell zu beleuchten, während ich früher mehrere rote Glühbirnenlampen im Raum verteilen musste und trotzdem nicht diese Helligkeit erreichte.

Seit 2019 ist zudem eine preisgünstige kleine Lampenvariante ohne Dimmfunktion und mit ausschließlich rotem Licht erhältlich.



**Abbildung 1.1:** Heiland-LED-Laborlicht, mit Dimmfunktion und umschaltbarem Weißlicht



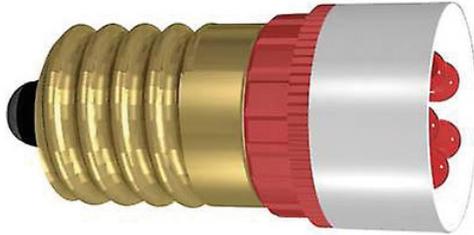
**Abbildung 1.2:** Heiland-LED-Laborlicht kompakt für kleinere Labore, lässt sich optional auch per USB an eine mobile Powerbank anschließen

## ADOX-SUPERSAFE-LED

2019 kam die Firma ADOX mit einer eigenen LED-Dunkelkammerlampe auf den Markt. Bei der »ADOX-Supersafe-LED« handelt es sich um eine kleine LED-Lampe mit E14-Fassung, in der Größe ähnlich einer Kühlschrank- oder Backofenlampe. Aufgrund dieser Bauform eignet sie sich auch als Ersatzlampe für ältere Dunkelkammerlampengehäuse, bei denen herkömmliche Glühbirnen hinter Schutzgläsern untergebracht sind. Durch die Verwendung der Rotlicht-LED kann die Schutzscheibe dann entfallen.

Die roten LEDs strahlen gerade nach vorne ab, so dass sich diese Lämpchen mit einer passenden Lampenfassung wie eine Art Dunkelkammer-Spotlight verwenden lassen.

Die Lämpchen sind relativ klein. Eine gezielte Verteilung mehrerer solcher Lampen im Labor daher meist sinnvoll.



**Abbildung 1.3:** Mini-LED-Rotlicht-Spotlight von ADOX mit E14-Gewinde

## SELBSTBAU UND ZWECKENTFREMDETE LED-LAMPEN

Neben speziell für die Dunkelkammer hergestellten LED-Rotlichtlampen kann man mit etwas Suche auch im Bereich der konventionellen Haushalts-LED-Lampen fündig werden.

Da der Einsatz im Fotolabor nicht als Anwendungsfall angedacht war, wird man seitens des Händlers oder auch des Herstellers allerdings recht schwer genaue Angaben zur Wellenlänge der verwendeten LEDs oder gar der Schleiersicherheit mit orthochromatischem Fotomaterial finden.

Im Zweifelsfall sollte man immer einen Schleiertest machen, um die Sicherheit der Beleuchtung zusammen mit dem verwendeten Material zu überprüfen.

### Vorsicht

Vorsicht vor günstigen weißen LED-Lampen mit vorgebauten roten Filterscheiben oder roten Einfärbungen. Speziell für das Fotolabor entwickelte LED-Rotlichtlampen verwenden ausschließlich rein rote LEDs mit einer Wellenlänge von 630 nm und sind dadurch besonders sicher.

## SCHLEIERTEST

An dieser Stelle möchte ich noch einmal eine kurze Anleitung zur Durchführung eines Schleiertests geben, um das Laborlicht zu überprüfen.

Mit Verschleierung beschreibt man in diesem Fall eine nicht gewünschte Belichtung des Fotopapiers, und zwar nicht durch den Vergrößerer, sondern durch eine zu helle Dunkelkammerbeleuchtung oder ein Laborlicht mit einer falschen Wellenlänge, die zu stark von der Empfindlichkeitslücke des verwendeten Fotopapiers abweicht. Das Resultat ist, dass alle Stellen auf dem Papier, die eigentlich weiß sein sollten, mehr oder weniger stark gräulich sind, wodurch das Bild insgesamt kontrastarm und flau wirkt.

## SCHLEIERTEST MIT VORBELICHTUNG

Da ein Fotopapier bei praktischer Verarbeitung nicht nur eventuellem Restlicht durch mangelhafte Verdunkelung und dem Dunkelkammerlicht, sondern zusätzlich auch dem Licht aus dem Vergrößerungsgerät ausgesetzt ist, ist es für einen genaueren Schleiertest, der einen sicheren Verarbeitungsablauf gewährleistet, notwendig, das Testpapier diesem Umstand entsprechend ein wenig »vorzubelichten«.

Gehen Sie folgendermaßen vor:

- ▶ Bestimmen Sie zunächst den Punkt, ab dem das Papier durch Belichtung ohne Negativ in der Bildbühne ein ganz leichtes Grau erhält. An diesen Wert muss man sich etwas herantasten, er wird aber in der Regel bei kleiner Blende von 11 oder 16 nur wenige Sekunden kurz sein. Die Dunkelkammerbeleuchtung sollte wie bei einer realen Vergrößerung auch angeschaltet bleiben.

- ▶ Legen Sie nach der Vorbelichtung eine Münze auf das Papier und lassen Sie es ca. 3 min im Rotlicht liegen.
- ▶ Entwickeln Sie das Bild nun wie gewohnt in Entwickler, Stoppbad und Fixierer.

Ist die zuvor von der Münze verdeckte Stelle am Ende heller als der umgebende Bereich, so ist die Dunkelkammerbeleuchtung falsch, zu hell oder zu nah.

Haben Sie eine einheitliche leicht graue Fläche (durch die Vorbelichtung), ist alles in Ordnung.

## 1.2 LED-ROTLICHTTASCHENLAMPEN

LED-Rotlichttaschenlampen sind nützliche kleine Helfer, um im Dunkelkammerrotlicht nach Materialien zu suchen und Bereiche auszuleuchten, die die normale Duka-Lampe vielleicht nicht erreicht.

Solche Taschenlampen gibt es speziell für das Fotolabor von der Firma RH Designs mit deutschem Vertrieb über Heiland electronic oder auch in zweckentfremdeter Form von der Firma Astromedia.

Von der Firma Astromedia als Taschenlampe für nächtliche Sternengucker gedacht (da das rote Licht nicht die Nachtsicht stört), eignet sich diese kleine Rotlicht-LED auch prima als Taschenlampe für die analoge Dunkelkammer oder auch für Lichtmalereien bei Langzeitaufnahmen.

Die Astromedia-Lampe habe ich selbst bei mir im Labor auf Schleiersicherheit getestet und sie funktioniert einwandfrei. Ich empfehle aber, im Zweifel immer einen eigenen kurzen Test mit den von Ihnen verwendeten Materialien vorzunehmen.



Abbildung 1.4: LED-Rotlicht-Dunkelkammertaschenlampe von RH Designs.



Abbildung 1.5: LED-Rotlichttaschenlampe von Astromedia

## 1.3 LED-LICHTKÖPFE FÜR VERGRÖßERER

Nicht nur bei der Dunkelkammerbeleuchtung können moderne LED-Lichtquellen verwendet werden, sondern auch bei den Vergrößerern selbst.

Klassische Kondensorvergrößerer werden mit opalen Glühbirnen und Mischlichtvergrößerer mit Halogenlampen betrieben. Beide Lampensorten funktionieren auf ihre Weise problemlos, weisen aber auch ein paar Nachteile auf, die sich besonders bei häufiger Arbeit in der Dunkelkammer störend bemerkbar machen können.

Nachteile konventioneller Leuchtmittel:

- ▶ Verformung des Negativs durch Wärmeeinfluss und dadurch »Springen« der Schärfebene
- ▶ Starke Hitzeentwicklung kann Negative, insbesondere auf Glasplatten, beschädigen.
- ▶ Die Auf- und Abglühphase insbesondere bei Opal-Glühbirnen behindert präzise Belichtungssteuerung, vor allem bei kurzen Belichtungszeiten.
- ▶ Relativ geringe Lebensdauer, weshalb man bestenfalls immer eine Ersatzlampe in Reserve haben sollte

## HEILAND-LED-LICHTQUELLE

Die LED-Lichtköpfe der Firma Heiland gehen insgesamt noch einen guten Schritt weiter und ersetzen nicht nur die reine Lichtquelle, sondern bei Multigradepapieren auch die Notwendigkeit, farbige Filter verwenden zu müssen. Anstelle von weißen LEDs werden rote, grüne und blaue LEDs verwendet.

Durch Zusammenmischen aller RGB-Farben erhält man neutrales Weißlicht, welches z.B. zum Einrichten und Scharfstellen des Bilds verwendet werden kann.

Bei mehrschichtig aufgebautem Multigradepapier gibt es eine für grünes Licht empfindliche weiche Papieremulsion und eine für blaues Licht empfindliche harte Emulsionsschicht. Die grünen und blauen LEDs können diese Schichten sehr präzise ansteuern. Durch Mischen der beiden Farben lassen sich zudem alle Zwischenstufen an Papiergradationen einstellen.

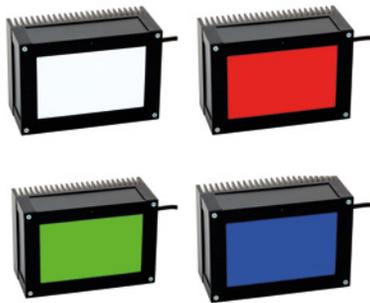


Abbildung 1.7: Vergrößerer mit eingebauter Heiland-LED-Lichtquelle

### Hinweis

Von klassischen Vergrößerern ist man häufig eine Gradationssteuerung mit yellow- und magentafarbenen Filtern gewohnt. Im Gegensatz zur additiven Lichtmischung bei RGB-LED-Lichtköpfen wird dabei eine subtraktive Farbmischung angewandt. Mit Hilfe eines magentafarbenen Sperrfilters werden grüne Lichtanteile aus dem Licht herausgefiltert, so dass nur die harte, blauempfindliche Papierschicht angeregt wird. Mit einem gelbfarbenen (yellow) Sperrfilter wird blaues Licht herausgefiltert, so dass die weiche, grünempfindliche Schicht belichtet wird.

Der Vorteil der additiven Farbmischung mit RGB-Farben liegt in der direkteren und dadurch präziseren Ansteuerung der Multigradeschichten sowie einer potenziell höheren Lichtintensität, da hier keine vorgeschobenen Filter die Lichtausbeute reduzieren.

Die für die Gradationssteuerung nicht verwendeten roten LEDs ersetzen als zusätzliches Schränkchen die Rotfilterscheibe, die man ansonsten vor das Objektiv schwenken musste, um die Einstel-

lungen vor der Belichtung noch einmal kontrollieren zu können, wenn man das lichtempfindliche Fotopapier schon unter den Vergrößerer gelegt hat.

Vorteile der Heiland-LED-Lichtquellen in Vergrößerern:

- ▶ Geringe Wärmeentwicklung
- ▶ Kurze Latenzzeit (keine Auf- und Abglühphase)
- ▶ Sehr gleichmäßige Ausleuchtung bis in die Randbereiche
- ▶ Sehr lange Lebensdauer, praktisch kein Lampenwechsel mehr notwendig
- ▶ Möglichkeit der Gradationssteuerung durch unterschiedlich farbige LEDs
- ▶ Sichere Rotlicht-LEDs ersetzen den Rotlichtschwenkfilter.
- ▶ Kürzere Belichtungszeiten aufgrund höherer Belichtungsintensität
- ▶ Intensität der Lichtquelle über drei Blendenstufen variierbar

Solche LED-Lichtquellen gibt es für eine große Zahl verschiedener Vergrößerermarken und -Modelle. Einige Varianten lassen sich problemlos selbst einbauen, in manchen Fällen werden spezielle Adapter benötigt und in seltenen Fällen ist gar ein Einschicken des Vergrößererkopfs und Einbau durch den Hersteller erforderlich.

Für nähere Informationen empfehle ich einen Blick auf die Herstellerseite [https://heilandelectronic.de/led\\_kaltlicht](https://heilandelectronic.de/led_kaltlicht)

## 1.4 MODERNE VERGRÖßERUNGSGERÄTE

### KIENZLE PHOTOTECHNIK

Die Firma Kienzle Phototechnik aus Fockenbrunn im Schwarzwald ist eine der wenigen verbliebenen, aktiven Hersteller von Vergrößerern und allerlei weiteren Laborgeräten am Markt. Hier wird keine alte Lagerware abverkauft, sondern es werden tatsächlich aktiv neue Geräte und individuelle Speziallösungen entwickelt.

Die Herstellung erfolgt dabei in für heutige Zeiten ungewöhnlich hochwertiger und zumeist massiver Metallbauweise.

Über das eigene Produktsortiment hinausgehend ist auch die Reparatur und Ersatzteilbeschaffung für Vergrößerer verschiedenster Marken, wie z.B. Objektivplatinen, Negativbühnen oder auch Anti-Newtongläser, Teil des Angebots.

Vor einigen Jahren habe ich einen Durst-Laborator-1200-Vergrößerer relativ günstig im Internet erworben. Leider stellte ich dann

erst nach Rücktransport und Aufbau bei mir im Labor fest, dass die Spannfeder, die den Vergrößererkopf hält, gerissen war. Die Firma Kienzle war auch in diesem Fall ein hervorragender Ansprechpartner. Auch wenn dort keine Durst-Vergrößerer verkauft werden, konnten sie mir durch Einbau einer Ersatz-Spannfeder helfen.

### MODULARE VERGRÖßERER BAUREIHE C

Kienzle Phototechnik bietet eine recht umfangreiche Sortimentsauswahl an Vergrößerern unterschiedlichster Preisklassen vom Kleinbild bis hin zu Großformatnegativen. Exemplarisch möchte ich hier die sehr beliebten Geräte der Baureihe »C« vorstellen.

Diese Vergrößerer überzeugen als sehr robuste, komplett aus Metall gefertigte Arbeitsgeräte bei gleichzeitig sehr kompakter Bauweise.

Ein großer Handarbeitsanteil bei der Herstellung sowie eine modulare Bauweise ermöglichen individuelle Anpassungen an die Wünsche des Kunden. Insbesondere in dieser Flexibilität liegt ein entscheidender Vorteil gegenüber den meisten älteren Gebrauchtgeräten.

Folgende Basisvarianten sind erhältlich:

- ▶ C67 für Kleinbild bis Negative 6 x 7 cm
- ▶ C69 für Kleinbild bis 6 x 9 cm
- ▶ C120 für Kleinbild bis Negative 4 x 5 Inch
- ▶ C138 für Kleinbild bis Negative 5 x 7 Inch
- ▶ C252 für Kleinbild bis Negative 8 x 10 Inch

Je nach Kundenwunsch können dann folgende Attribute bei der Herstellung angepasst werden:

- ▶ Säulenlänge
- ▶ Größe des Grundbretts, bis hin zu elektrisch höhenverstellbaren Grundplatten
- ▶ Beleuchtungsart (Mischlicht oder Kondensator)
- ▶ Filterung (Farbfilter, Multigradefilter)
- ▶ Filmbühnen

Durch regen Austausch mit der Firma Heiland electronic sind neben klassischen Beleuchtungslösungen zudem auch moderne automatisierte Filtermodule und LED-Lichtquellen erhältlich.

## DIGITALVERGRÖSSERER

Im Produktkatalog der Firma Kienzle findet sich ganz am Ende die etwas kurios anmutende Variante eines Digitalvergrößerers.

Solche Vergrößerer waren in den ersten Jahren nach der Jahrtausendwende ein von verschiedenen Herstellern analoger Vergrößerer unternommener Versuch, die digitale mit der analogen Laborwelt zu verschmelzen und so eine Weiternutzung vorhandener Dunkelkammertechnik zu ermöglichen.

Dieser Vergrößerer ist also keine aktuell neue Entwicklung, sondern stellt eher eine Art Sackgasse dar, die in der Umbruchphase zur Digitalfotografie eine Brücke schlagen sollte zwischen analoger und digitaler Fotografie. Ähnliche Geräte gab es beispielsweise auch von den Firmen Durst, De Vere (De Vere Digital Enlarger 504 DS) und Polycolor in Deutschland (Variochromat).

Anstelle eines Negativs kommt ein LCD-Panel mit, je nach Entwicklungsstand, zwischen 8 bis zu 30 MP Auflösung zum Einsatz. Das digitale Negativbild wird davon ausgehend genau wie bei einem klassischen Vergrößerer durch eine Vergrößerungsoptik auf das zu belichtende Fotopapier projiziert. Angesteuert wird das LCD-Panel durch einen Computer und dazugehörige Software.

Die letzte mir bekannte Variante solch eines Geräts war die 2007 überarbeitete Version des Variochromat-Vergrößerers. Auf der Webseite des Labors Polycolor aus Essen bietet dessen Erfinder Kai Sandner auch aktuell weiterhin die Ausbelichtung digitaler Daten direkt auf klassischem Barytpapier als Service an, so dass sich jeder bei Interesse selbst ein Bild von den Möglichkeiten machen kann. <https://www.polycolor.de/fotolabor/barytpapier.html>

Ihren Weg in die heimischen Dunkelkammern fanden solche Vergrößerer aufgrund der hohen Anschaffungskosten so gut wie nicht. Daher blieb ihr Einsatz in erster Linie auf den Entwicklungsservice professioneller Labore beschränkt.

Die Weiterentwicklung dieser Technik ist bereits vor mehr als zehn Jahren zu einem vorläufigen Stillstand gekommen. Aber die Idee ist, wenn man sich von einem rein analogen Dogma zu lösen vermag, ein interessanter Ansatz, der in der Dunkelkammer neue Möglichkeiten eröffnet. Während in vielen professionellen Fotolaboren digitale Laserbelichter für automatisierte Verarbeitungsschritte im Einsatz sind, lässt sich mit einem Digitalvergrößerer die vorhandene Dunkelkammerinfrastruktur weiter oder auch parallel verwenden und man hat auch für seine digitalen

Bilder alle Wahlmöglichkeiten an Papieren, die einem auf rein analogem Weg zur Verfügung stehen.

Wenn die Entwicklungsstufe solcher digitalen Vergrößerer also zunächst eine Sackgasse war, bleibt dennoch die Möglichkeit, dass wir in der Zukunft durch neue technische Ansätze und günstigere Komponenten hier wieder eine Innovation sehen werden.

Ein denkbarer Ansatz wäre z.B. die Verwendung hochauflösender, flacher Displays, möglicherweise sogar von Mobiltelefonen oder Tablets, anstelle von Negativen in der Bildbühne eines ansonsten herkömmlichen Vergrößerers.

## MAMONT-HORIZONTALVERGRÖSSERER



Abbildung 1.8: Mamont-Horizontalvergrößerer von Heiland electronic

Ein erwähnenswertes innovatives Gerät, auch wenn es für die meisten Heimlabore sicherlich viel zu überdimensioniert sein dürfte, ist der neuartige Horizontalvergrößerer »Mamont« von Heiland electronic.

Das erreichbare Bildformat ist bei herkömmlichen Vergrößerern durch den maximal erreichbaren Abstand zwischen Vergrößererkopf und der darunterliegenden Projektionsfläche begrenzt.

Für die Erstellung großformatiger Abzüge mit Bildbreiten bis hin zu mehreren Metern verwendete man im professionellen Laborbereich hierfür sogenannte Horizontalvergrößerer, bei denen das

Lichtbild waagrecht auf eine Wand projiziert wird. Das maximale Bildformat ist im Wesentlichen nur durch die Größe des Raums und die Verfügbarkeit entsprechend großer Fotopapiere beschränkt.

Gleichsam erfordert die Erstellung von Vergrößerungen eines solchen Maßstabs eine sehr präzise Ausrichtung und Kalibrierung. Kleinste Abweichungen in der Parallelität von Negativeebene zu Objektivenebene und zu Projektionswand führen zu Unschärfe, Lichtabfall und Verzerrungen der Bildlinien. Aus diesem Grund wurden Horizontalvergrößerer der Marken Durst oder Deville früher fest auf Schienen montiert, auf denen sie gerade zur Wand ausgerichtet, je nach benötigtem Vergrößerungsmaßstab, hin und her bewegt werden konnten, ohne dass sich dabei im Idealfall etwas weiter verstellen konnte.

Nach gut 40 Jahren ohne Innovationen in diesem Bereich hat Heiland electronic einen neuartigen Horizontalvergrößerer für alle Negativformate bis hin zu 20 x 24 Inch entwickelt.

Konstruktion und Bau erfolgte hier zunächst speziell für das St. Petersburger Fotolabor »Art of Foto«.

Während die Welt noch auf das autonom fahrende Auto wartet, wurde dieser Traum für die Arbeitswege im Fotolabor hier schon erfüllt:

Drei Laser messen millimetergenau den Abstand zur Projektionswand. Auf Knopfdruck setzt sich das Gerät in Bewegung und richtet sich per integrierter Automatik selbstständig und bis zu  $\pm 1$  mm genau zur Projektionswand aus. Zusätzlich ist eine ferngesteuerte Bewegung per Fernbedienung mit Joysticks möglich.

Als Lichtquelle dient eine Heiland-LED-Flächenleuchte mit 15000 LEDs, deren Intensität sich bei Bedarf über fünf Blendenstufen anpassen lässt. Zur Steuerung der Belichtung gibt es eine spezielle App.

## NEUES HEILAND-VERGRÖßERERSYSTEM

Während ich an diesen Zeilen schreibe, arbeitet die Firma Heiland an der Entwicklung eines neuen Vergrößerersystems, wahlweise freistehend mit großem höhenverstellbarem Projektionstisch oder auch für die Wandmontage. Während in der Vergangenheit ein Schwerpunkt darauf lag, eine Vielzahl an älteren, nur noch auf

dem Gebrauchtmart erhältlichen Vergrößerern durch moderne Beleuchtungstechnik oder computergesteuerte Schaltuhren und Messinstrumente zu modifizieren und auf diese Weise die alte Technik mit modernen Komponenten zu verbinden, werden hier nun neue eigene Wege beschritten. Das Ziel ist es, der Vielzahl an eigens entwickelten technischen Lösungen die bestmögliche Plattform zu geben.

Das erste Modell dieser Baureihe richtet sich mit einer großen Bildbühne für Negative bis zum Format 8 x 10 Inch zunächst eher an professionelle Fachlabore, aber bei entsprechendem Erfolg in der Fertigung gibt es auch Ideen für kleinere Geräte und das ja nicht selten minder professionelle Heimlabor.



**Abbildung 1.9:** Neues 8x10 Inch Vergrößerungssystem für Negative bis 8x10 inch von Heiland electronic mit motorischer Steuerung für die Einstellhöhe des Vergrößerungskopfs, der Grundplatte sowie der Schärfereinstellung  
Die Lichtquelle ist eine Heiland-LED-Kaltlichtquelle, nutzbar für Schwarz-Weiß-Multigrade, Splitgrade-Printing und auch Farbvergrößerungen.

## 1.5 PROZESSKONTROLLE UND LABORCOMPUTER

Die Arbeit in der Dunkelkammer ist ein kreativer handwerklicher Prozess, bei dem man sich in seinem Schaffen nach einiger Zeit auch gerne von Gefühl, Erfahrung und Lust am Experimentieren leiten lässt. Dennoch sind präzise Werkzeuge und Messinstrumente hier kein Widerspruch, sondern eine wichtige Hilfe, auch um eine fundierte Ausgangsbasis für Experimente zu erhalten.

So bieten moderne Hilfsgeräte zur Prozesskontrolle und computergesteuerte Zeitschaltuhren präzise Messergebnisse und intelligente Hilfestellungen, basierend auf den der analogen Fototechnik zugrunde liegenden chemischen und physikalischen Gesetzmäßigkeiten. Gleichzeitig sollten gute Hilfsgeräte aber auch immer die Freiheit bieten, von gemessenen Werten und Standardzeiten abzuweichen, um das Bildergebnis nach seinen subjektiven Vorstellungen verändern zu können.

### MODERNE VERGRÖßERERSCHALTUHEN

Licht an, tick tack, tick tack, Licht aus.

Die klassische Zeitschaltuhr für Vergrößerer funktioniert im Grunde wie eine Art Eieruhr, die – in den Stromkreis zwischen Vergrößerer und Steckdose geschaltet –, die Lampe im Vergrößerer zunächst ein- und nach Ablauf einer vorgewählten Zeit wieder ausschaltet. Geräte mit digitaler Sekundenanzeige und programmierbaren Belichtungszeiten bildeten lange Zeit die Krönung technischer Innovation in diesem Bereich.

Im Folgenden möchte ich moderne Geräte vorstellen, die aufgrund einer Vielzahl von Einstell- und Anzeigemöglichkeiten dem simplen Schaltuhrprinzip komplexe, aber sinnvolle Ergänzungen hinzufügen.

#### Hinweis

Insbesondere für Techniken wie F-Stop-Printing und Splitgrade-Printing, auf die im Kapitel 3 bei den fortgeschrittenen Dunkelkammertechniken noch genauer eingegangen wird, sind diese Geräte eine große Hilfe.

### FILMOMAT-F-STOP-DARKROOM-TIMER



Abbildung 1.10: Filmomat-F-Stop-Darkroom-Timer

Der 2022 neu erschienene F-Stop-Darkroom-Timer von Filmomat ist eine moderne Vergrößererschaltuhr speziell für die Belichtungs-technik »F-Stop-Printing.«

#### Wichtigste Eigenschaften:

- ▶ Die Belichtungszeiten können wahlweise in 1/2, 1/3, 1/6 und 1/12 Blendenstufen eingestellt werden.
- ▶ Einstellbare Belichtungszeiten bis 999 s
- ▶ Zwei Teststreifenmodi sind wählbar:  
**Variante 1:** Einer einstellbaren Basiszeit werden darauffolgende Belichtungsstufen in 1/2, 1/3, 1/6 und 1/12 Blendenstufen hinzuaddiert  
oder **Variante 2:** »Single-Mode« mit bis zu 7 einzelnen Testbelichtungen, die jeweils immer die neu berechnete volle Belichtungszeit verwenden.
- ▶ Die Display Helligkeit kann über 15 Abstufungen heller oder dunkler gestellt werden.

- ▶ Das Rotlicht wird direkt an die Schaltuhr angeschlossen. Dies ermöglicht ein automatisches Ausschalten des Rotlichts während der laufenden Belichtungszeit und auch jederzeit ein einfaches bewusstes Ausschalten über einen Kippschalter, z.B. um die Sicht beim Scharfstellen zu verbessern.
- ▶ Optional kann ein Fußschalter angeschlossen werden.

## RH DESIGNS STOPCLOCK PROFESSIONAL

Die »Stopclock Professional« des englischen Herstellers RH Designs ist schon etwas länger auf dem Markt und vereint eine große Anzahl nützlicher Einstellmöglichkeiten.



Abbildung 1.11: Stopclock Professional von RH Designs

### Wichtigste Eigenschaften:

- ▶ Einstellbare Belichtungszeiten von 1–240 s
- ▶ Belichtung wahlweise in linearen 0,1 Sekundenschritten oder in 1/24 bis 1/2 Blendenstufen (F-Stop-Printing)
- ▶ 1 Haupt- und 8 weitere aufeinanderfolgende Nachbelichtungszeiten können einprogrammiert werden.
- ▶ Nachbelichtungszeiten können dabei in Sekunden oder auch in Blendenstufen relativ zur Hauptbelichtung angegeben werden.  
Wenn die Hauptbelichtungszeit verändert wird, werden die Nachbelichtungszeiten automatisch im gleichen Verhältnis angepasst.
- ▶ Splitgrade-Modus (siehe Kapitel 3)

- ▶ Kompensation des als Dry-Down-Effekt bekannten Nachdunkelns von Fotopapier nach dem Trocknen.
- ▶ Einstellbarere Anpassungen der Belichtungszeit nach Papier-sorten von  $\pm 20\%$
- ▶ Die Dunkelkammerbeleuchtung kann direkt an das Gerät angeschlossen und dadurch während der Belichtungsphasen automatisch ausgeschaltet werden.
- ▶ Teststreifen-Modus
- ▶ Optionaler Fußschalter für handfreie Bedienung

## RH DESIGNS ZONEMASTER II



Abbildung 1.12: Zonemaster II von RH Designs

Der Zonemaster II erweitert die Möglichkeiten der Stopclock Professional um die Möglichkeit der Belichtungsmessung. Das Gerät kann ergänzend an die Stopclock Professional oder auch an eine konventionelle Schaltuhr angeschlossen werden.

Mittels einer Messsonde wird das auf die Projektionsfläche treffende Vergrößererlicht gemessen. Nach Anmessung der hellsten und dunkelsten Bereiche im Bild, die noch Zeichnung haben, also nicht rein schwarz oder weiß sein sollen, wird aus der Differenz der Dichtewerte die notwendige Belichtungszeit und Papiergradation errechnet.

Zur optimalen Verwendung ist vom Anwender zuvor eine Kalibrierung des Geräts vorzunehmen, um die Messergebnisse an die Intensität der Lichtquelle und Empfindlichkeit des verwendeten Papiers anzupassen.

Das zu erwartende Ergebnis wird anhand einer Graustufenskala vorab auf dem Display visualisiert, so dass im Idealfall auf das Anfertigen von Teststreifen verzichtet werden kann. Genaue Kalibrierung vorausgesetzt, führt dies in der Praxis sehr schnell zu brauchbaren Ergebnissen, die dann je nach Wunsch in Helligkeit und Kontrast weiter angepasst werden können.

#### Eigenschaften:

- ▶ Alle Schaltuhreigenschaften der Stopclock Professional (siehe oben)
- ▶ Belichtungsmessung des projizierten Bilds
- ▶ Errechnung der passenden Belichtungszeit, welche dann entsprechend an der Schaltuhr eingestellt wird
- ▶ Errechnung der passenden Papiergradation, die dann entsprechend am Vergrößerer durch Einlegefilter oder Drehregler eingestellt wird

#### Hinweis

Messgeräte sind keine Wundergeräte, die einem alle Arbeit abnehmen, daher sollten die Erwartungen an solche Analyser nicht astronomische Höhen erreichen. Mit etwas Übung bei der Messung und Grundverständnis für die daraus errechneten Schlüsse beschleunigt ein Analyser erheblich die Laborarbeit und spart zudem Material, da weniger Teststreifen notwendig werden. Generell würde ich die Verwendung aber erst empfehlen, sobald man auch auf konventionellem Weg zu guten Ergebnissen kommt.

### HEILAND-SPLITGRADE-CONTROLLER

Das Heiland-Splitgrade-System geht noch einige Schritte weiter und ist nicht nur eine leistungsfähige Schalteinheit für den Vergrößerer, sondern ein komplettes Mess- und Steuerungssystem, das direkt mit dem Belichtungskopf des Vergrößerers verbunden wird.

Passend für nahezu alle jemals gebauten Vergrößerermodelle gibt es von Heiland electronic adaptierbare Filtergehäuse oder auch LED-Lichtquellen, die per Kabel mit dem Controller verbunden werden und selbst 50 Jahre alte Vergrößerer in die moderne Zeit überführen.

Mittels einer Messsonde wird das projizierte Bild ausgemessen und die Software errechnet anhand der Messwerte die passende Gradation und Belichtungszeit. In einem kostengünstigen Einstei-

germodell werden die Filterwerte dann vom Anwender manuell am Vergrößerer eingestellt. In der automatisierten Variante überträgt der Controller diese Werte direkt an das angeschlossene Heiland-Filtermodul und übernimmt die komplette Steuerung des Vergrößerers.

Insbesondere für vollautomatische Splitgrade-Belichtungen ist dies ein überaus wertvolles Werkzeug. Angepasst an die Eigenschaften des jeweils verwendeten Fotopapiers werden die aufeinanderfolgenden Belichtungen mit weicher und harter Gradation berechnet. Im Gerätespeicher sind die für die gängigsten Papiersorten nötigen Kalibrierungen bereits durch den Hersteller hinterlegt. Trotz aller Automatisierungen bleibt die manuelle Kontrolle stets erhalten und die individuelle Einflussnahme wird durch die Vielzahl an Einstellmöglichkeiten im Softwaremenü sogar noch gefördert.



Abbildung 1.13: Heiland-Splitgrade-Controller mit Messsonde

#### Wichtigste Eigenschaften:

- ▶ Zeitsteuerung in Blendenwerten (F-Stop) oder zeitlich linear in Sekundenschritten
- ▶ Möglichkeit der Gradationssteuerung von 0,00 bis 5,0 in sehr feinen 0,1er-Abstufungen
- ▶ Belichtungsmessung des projizierten Bilds mittels Messsonde zur computergestützten Bestimmung von Gradation und Belichtungszeit angepasst an das jeweils verwendete Papier

- ▶ Computergesteuerte Berechnung von Splitgrade-Belichtungszeiten
- ▶ Dunkelkammerrotlicht direkt anschließbar. Dies ermöglicht dessen Abschaltung während Belichtung und Messung.
- ▶ 7 Nachbelichtungskanäle mit speicherbaren Zeiten und Gradationswerten

## PROZESSKONTROLLE BEI FILM- UND PAPIERENTWICKLUNG

### RH DESIGNS PROCESSMASTER II

Der Process Master des britischen Herstellers RH Designs ist eine smarte Kombination aus Laborthermometer und Timer. Insgesamt können acht Prozesse mit jeweils bis zu neun einzelnen Zeitstufen einprogrammiert werden.

Mittels eines Messfühlers kontrolliert der Process Master permanent die Temperatur des Filmentwicklers im Inneren der Entwicklungsdose. Die auf dem Display angezeigten Prozesszeiten können bei Temperaturveränderungen automatisch prozentual verlängert (bei sinkender Temperatur) oder verkürzt werden (bei höherer Temperatur), um ein optimales Entwicklungsergebnis zu gewährleisten.



Abbildung 1.14: Process Master II von RH Designs

Auch losgelöst vom laufenden Entwicklungsprozess kann das Gerät die Berechnung angepasster Entwicklungszeiten vereinfachen und fungiert hierbei gewissermaßen als Labortaschenrechner,

z.B. zur Verlängerung von Enzwicklungszeiten angepasst an den Verbrauchszustand mehrfach verwendbarer Entwickler.

### Entwicklung nach der Faktormethode

Auch bei der Schwarz-Weiß-Papierentwicklung in der Schale kann uns der Process Master II nützliche Hilfestellung geben. Mit dem Process Master II können Sie Bilder nach der Faktormethode entwickeln, bei der die Erschöpfung des Entwicklers durch verlängerte Entwicklungszeit kompensiert wird. Benannt nach seinem Erfinder nennt sich dies auch der »Watkins-Faktor«.

Hierbei wird zunächst die Zeit gestoppt, bis das Bild im Entwickler zum ersten Mal sichtbar wird, die sogenannte Bildspurzeit, und diese Zeit dann mit einem Faktor multipliziert, um die Gesamtentwicklungszeit zu bestimmen. So ist gewährleistet, dass auch bei fortschreitender Erschöpfung des Entwicklerbads das Papierbild immer komplett ausentwickelt wird. Als Faktor wird in der Regel Faktor 5–6 empfohlen.

Beträgt die gestoppte Entwicklungszeit z.B. 15 s, so wird die Gesamtentwicklungszeit mit Faktor 6 schließlich  $6 \times 15 \text{ s}$  (gleich) 90 s betragen.

Das Gerät vereinfacht diesen Ablauf, indem man bei Erreichen der Bildspurzeit einen Drückknopf oder noch besser den optionalen Fußschalter betätigt und es dann umgehend die optimale Entwicklungszeit berechnet.

## 1.6 RAUMKLIMA UND LUFTREINIGUNG

Ebenso wie das Rotlicht gehören die beißend sauren Gerüche von Stopp- und Fixierbädern für viele Laboranten zur typischen und fast schon romantisch verklärten Atmosphäre einer Dunkelkammer.

Bei langen und häufigen Arbeitsstunden im Labor kann eine solche Nostalgie jedoch zu Reizungen der Atemwege führen oder auch Auslöser für allerlei Allergien werden, die einem das Laborhobby letztlich ganz verleiden.

Abgesehen von den gesundheitlichen Risiken zieht der Geruch zudem schnell in Kleidung und Haare.

Eines meiner ersten Heimlabore war direkt im Dachgeschoss gelegen und insbesondere im Sommer kaum erträglich heiß und sti-

ckig. Damals glaubte ich, dass es mir schon nicht schaden könne, Jahre später habe ich nun eine Atemwegsallergie gegen Essigsäuredämpfe von sauren Stopp- und Fixierbädern entwickelt, die die Schleimhäute anschwellen lässt und bewirkt, dass ich nach einem langen Tag in einem ungenügend belüfteten Labor schlecht Luft bekomme.

Professionelle Fotolabore in Schulen, Universitäten, Fotogeschäften und natürlich auch Großlabore verfügen daher in der Regel über Abluft- und Zuluftanlagen, die beständig die belastete Luft absaugen und Frischluft von außen zuführen. In der heimischen Dunkelkammer ist dagegen nicht selten ein Fenster schon ein Luxus.

Da es in meinem derzeitigen Labor auch nicht möglich war, eine Ab- und Frischluftanlage inklusive Durchbruchs durch Außenwand oder Fenster zu installieren, bin ich nach einigen Recherchen auf die Alternative von speziellen Luftreinigungsgeräten gestoßen.

Hersteller wie die Schweizer Firma IQAir ([www.iqair.com](http://www.iqair.com)) oder der britische Hersteller IAQ Filtration LTD. mit ihrem Filtersystem Filtaire ([www.filtaire.com](http://www.filtaire.com)) bieten Filtergeräte, die je nach Anforderung fest installiert oder mobil im Raum aufgestellt werden können.

Die kontaminierte Luft wird angesaugt und durch eine Reihe verschiedener HEPA-Filter geleitet, die Gerüche, schädliche gasförmige Stoffe und praktischerweise auch gleich Staubpartikel aufnehmen und anschließend die gereinigte Luft wieder an den Raum ausgeben.

Die Zielgruppe solcher Luftreinigungsgeräte erstreckt sich je nach Gerätekonfiguration vom privaten bis in den gewerblichen Bereich, von Raucher- und Allergikerhaushalten über Lackiererwerkstätten bis hin zu Arztpraxen, Krankenhäusern und chemischen Laboren.

### Hinweis

Die feinen Partikelfilter in Krankenhausqualität der IQ-Air-Filtergeräte sind sogar in der Lage, mit Sars-CoV-2-Viren belastete Aerosole aus der Luft zu filtern und somit zum Schutz vor Ansteckung mit Covid-19 beizutragen. In Pandemie-Situationen, wie wir sie erlebt haben, ist dies insbesondere für Veranstalter von Fotokursen und Laborworkshops ein nützliches Hilfsmittel.

Für Fotolabore können Filterkonfigurationen zur Filterung von sogenannten VOCs, d.h. »flüchtigen organischen Verbindungen«, verwendet werden. Von IQAir eignen sich hier die Luftreinigergeräte »GC VOC« und »GC MultiGas« sowie alle Geräte von Filtaire.

Für eine effektive Reinigung sollte die komplette Raumluft durch solch ein Gerät zweimal pro Stunde gereinigt werden. Achten Sie daher darauf, dass der Luftreiniger für Ihre Raumgröße ausgelegt ist. Im Zweifelsfall sollte die Kapazität ein wenig mehr Kubikmeter betragen, damit der Luftreiniger nicht bei maximaler Stufe laufen muss. Hierdurch erreichen Sie eine geringere Lautstärke, einen niedrigeren Energieverbrauch und eine längere Haltbarkeit der eingebauten Filter. Die Filter reichen bei typischem Dunkelkammergebrauch in der Regel viele Jahre, können aber einfach nachgekauft und ausgetauscht werden.

Da mit solch einem Luftreiniger die Raumluft zwar aufbereitet, aber nicht neu mit Sauerstoff angereichert wird, empfehle ich nach Möglichkeit zusätzliches gelegentliches Lüften während kleiner Arbeitspausen.



Abbildung 1.15: IQAir-Luftreiniger GC MultiGas

# Index

---

## Symbole

4th-Layer-Technologie 96  
510 Pyro 69

---

## A

Abschwächer 69  
additive Farbmischung 15, 163  
ADOX 98  
    Adoflo 72, 133  
    Adostop ECO 47  
    CHS 100II 170  
    CMS 20II 170  
    Color Mission 200 99  
    Neutol ECO 47  
    RA-4 Kit 157  
    Scala 50 170  
    Scala Kit 171  
    XT-3 33, 77  
ADOX-Coating-Gelatine 186  
ADOX-Supersafe-LED 13  
Allergie 49  
Ammoniumeisen(III)-citrat 183  
Ammoniumthiosulfat 47, 48  
Analoges Farbpapier 147  
Anti-Curling-Schicht 92  
Anti-Halation-Layer  
    *Siehe Lichthofschuttschicht*  
APO 152  
apochromatische Objektive  
    *Siehe APO*  
APO-Rodagon N 2,8 50 mm 152  
Argyrotypie (Van Dyke) 192  
Atenschutzmasken 51  
Automatisierte Kippentwicklung 31

---

## B

Barytpapier 41, 71  
Basiswert 58  
Beleuchtungsart 16  
Belichtung 56, 96, 190  
Belichtungsrahmen 186  
Belichtung von Farbdiafilm 97  
Bellini  
    C-41-Farbnegativ-Monopart-Entwickler-Kit 134

ECN2 Motion Picture Kit 144  
Farbpapier RA-4-Kit 157  
Schwarz-Weiß-Umkehr-Kit 171

Bildbereiche abschwächen 67  
Blausäure 69  
Bleach-Bypass 145  
Bleach-Bypass-Entwicklung 202  
Bleichbad 48, 140, 144  
Bleichen 173  
Bleicher 48, 133, 172  
Bleichfixierbäder 48  
Bleichfixierbad-Kombibad 141  
Bleichfixierer 134, 157, 158

---

## C

C-41-2-Bad-Prozess 134  
C-41-3-Bad-Prozess 133  
C-41-Farbfilmentwicklung  
    *Siehe C-41-Prozess*  
C-41-Farbnegativentwicklung 24  
C-41-Prozess 93, 97, 109, 131  
CD  
    *Siehe Farbentwickler*  
Chemigramme 181  
chemisch-optische Vergrößerungen  
    *Siehe C-Prints*  
Chlorophyll-Druck 200  
Chromhochglanzplatte 73  
Cinefilm-Material 109, 131  
Cinestill 109  
    50 D 112  
    400 D 113  
    800 Tungsten XPRO C41 110  
    Creative Slide E-6-Kit 142  
    Cs2 Cine Simplified 144  
    Cs41 »Color Simplified«-2-Bad-Kit mit Flüssigkonzentraten 134  
    Cs41 »Color Simplified«-Kit mit Pulverkonzentraten 134  
    TCS 25, 30  
Cinestill-Cs41-Kit 134  
Cinestill-TCS-1000-Temperiersystem 135  
CLS 500 159  
Coating-Gelatine 73  
Cokin 85B 96

Comfort-Modul 61  
 Conditioner 140  
 C-Prints 147  
 Crossentwicklung 145, 203  
 CT/Pre-Bleach  
     *Siehe Conditioner*  
 Cyan-Filter 161  
 Cyanotypie 183

---

**D**

Daylight Chrome 143  
 Dev.a 40  
 De Vere Digital Enlarger 504 DS 17  
 Diaprojektoren 177  
 digitale Ausbelichtung 150  
 Digitalisierung 177  
 Digitalthermometer 135  
 Digitalvergrößerer 17  
 Dimmfunktion 12  
 Druckfolien 187  
 Dubblefilm  
     Apollo 115  
     Bubbligum 115  
     Cinema 800 114  
     Jelly 115  
     Pacific 117  
     Solar 116  
     Stereo 116  
 Dunco-67-Vergrößerer 151, 159  
 Dunkelkammer  
     Raumklima 50  
 Durchflussthermometer 25  
 Durchlaufmaschine 155  
 Durst-Laborator-1200-Vergrößerer 16, 159  
 Duschthermometer 25  
 Dynamic Chrome 143

---

**E**

E-6-Farbdiafilmentwicklung  
     *Siehe E-6-Prozess*  
 E-6-Prozess 93, 131, 140  
 E-6-Push- und Pull-Entwicklung 142  
 ECN-2-Cinefilm-Entwicklungsprozess  
     *Siehe ECN-2-Prozess*

ECN-2-Prozess 109, 131, 143  
 Edeldrucktechniken 183  
 Einbau-Wasserfilter 28  
 Einlegefilter 59  
 Eisenblautoner 48  
 Eisensalze 48  
 Entsorgung von Fotochemie 49  
 Entwickler 172  
 Entwicklerlösungen 47  
 Entwicklung 78, 190  
 Entwicklungsfehler 176  
 Entwicklungsmaschinen 28  
 Entwicklungsprozesse 24  
 Entwicklungszeit 77, 172  
 Erste Hilfe 52  
 Erstentwickler im Umkehrprozess 48  
 Erstentwicklung 140, 172  
 Essigsäure 47, 69  
 Expressfixierer 47

---

**F**

Faktormethode 22  
 Farentwickler 48, 133, 134, 140, 144, 157, 158  
 Farentwicklerkombi 141  
 Farbfilm 91  
 Farbfilter 16  
 Farbfilterkorrektur 160  
 Farbige Papiere 191  
 Farbkorrektur 95  
 Farbkorrekturfilterung 158  
 Farbkuppler 92  
 Farbmischkopf CLS 500 159  
 Farbmischung  
     additive 163  
     subtraktive 59, 159  
 Farbnegativfilm 93, 96  
 Farbpapier  
     analoges 147  
 Farbpapiervergrößerungen 151  
 Farbstiche 158, 160  
 Farbtemperatur 93  
 Farbtests 98  
 Farmer'scher Abschwächer 66  
 Farmers Reducer 66

# Index

Feste Papiergradationen 59  
Filmbühnen 16  
Filmentwickler 76  
Filmentwicklungszeiten 33  
Filmmanipulationen 201  
Filmomat 38, 89  
Filmomat-F-Stop-Darkroom-Timer 19, 59  
Filmomat Light 39  
Filmsoups 145, 204  
Filmträger 91  
Film Washi 108  
Filtaire 23  
Filterdichten 162  
Filterfolien 96  
Filterung 16  
Fixierbad 47, 48, 175  
Fixierer 47, 76, 133, 141, 145  
    alkalische 51, 70  
    neutrale 70  
    saure 70  
Fixierung 80  
Flecken 158  
Flüchtige organische Verbindungen  
    *Siehe VOCs*  
Fomapan R100 170  
Foma Umkehr-Kit 171  
Formaldehyd 48, 133  
Foto aufhellen 67  
Fotochemie  
    geruchlose 50  
F-Stop Dodge & Burn 58  
F-Stop-Printing 19, 55  
F-Stop-Timer 59  
Fuji  
    Hunt Film X-Press-Kit 134  
    Pro 400H 97  
    SP-3000 97  
    Superia 400 X-TRA 101  
Fujicolor  
    C 200 100  
    C-200 114  
    Crystal Archive 149  
    Crystal Archive Supreme 150  
Fujifilm 99, 124

Provia 100F 126  
Velvia 50 124  
Velvia 100 125  
Füllmengen 36

---

## G

Gefahrstoffsymbole 45  
Gelatine 92  
Glättung 42  
Goldtoner 48  
Gradation 59  
Gradationssteuerung 15  
Greisinger  
    G1710 25  
    GTH 175 PT 25  
Grundbrett 16  
Gummiandruckwalzen 73

---

## H

Halo-Effekt 143  
Halogen-Mischlichtvergrößerer 159  
Haltbarkeit 132  
    von E-6-Chemikalien 142  
Handrollen 81  
Härter 48, 72  
Hass Manufacturing Company  
    Intellifaucet D250 26  
    Intellifaucet K250 27  
Hauptbelichtungszeit 58  
Haushalts-LED-Lampen 13  
Heiland  
    Mamont-Horizontalvergrößerer 17  
Heiland-electronic-LED-Laborlicht 12  
Heiland-LED-Lichtquelle 15  
Heiland-LED-Steuergerät Color 160  
Heiland-Splitgrade-Controller 21, 59  
Heiland-Splitgrade-System 60  
Heiland-TAS-Filmprozessor 31  
Heiland-TAS-Prozessor 41  
Heiland-Vergrößerersystem 18  
Heliopan KR 96  
HENRY-Rotationsadapter 83  
HEPA-Filter 23  
Hochglanznetzmittel 72

Hochglanzpressen 71  
Hydrochinon 47

## I

Ilford

DDX 33  
Delta 100 170  
Delta 400 170  
FP4 170  
Hp5+ 77  
ID-11 33  
Ilfotol 72

Indikatorfarbstoffe 47

Inhaltsstoffe 47

IQAir

GC MultiGas 23  
GC VOC 23

IQ-Air-Filtergeräte 23

## J

Jacquard 195

JOBO 34

2509 89  
2509 Spirale 36  
3063 33, 155  
C-41-Farbnegativentwickler 134  
CPP3 76  
ECN-2 144  
Expert Drum 88  
Paper Drum 155  
S2830 155

JOBO-2509n-Planfilmspirale 89

JOBO-Artisan-Platinum-UV-Belichtungsgerät 189

JOBO-CCP3 154

JOBO-Dosen 36

JOBO-E-6-Kit 140

JOBO-Entwicklungsdose 1520 135

JOBO-Multitank 5 36

JOBO-Prozessor 25

JOBO-Roller 82

JOBO-Rotationsprozessor 154

JOBO-Tank 87

## K

Kaffeefilter 27

Kaiser Fototechnik Laborschalenwärmer 153

Kaiser-Laborschalenwärmer 31

Kaliumdichromat 48, 171

Kaliumhexacyanoferrat(III) 183

Kaliumpermanganat 171

Kalkflecken 81

Kienzle

P 5065 74

Phototechnik 16

Kienzle-Trockenpresse 41

Kinofilm-Look 109

Kinofilmmaterial 143

Kippentwicklung

automatisierte 31

Kipprrhythmus 172

Klärbad 172, 173

Kodak 101, 127

Color Plus 200 102

D76 33

Ektachrome E100 127

Ektar 100 107

Gold 200 102, 114

K-Lab-Kodachrome-Entwicklungsmaschine 26

Portra 160 97, 105

Portra 400 97, 105

Portra 800 97, 106

Pro Image 100 104

Tmax 100 170

Tmax 400 170

Ultramax 400 103, 114

Vision3 50D 109

Vision3 200T 109

Vision3 250D 109

Vision3 500T 109

XTOL 33, 47, 77

Kodak-TMax-Entwickler 33

Komplementärfarben 160

Kondensator 16

Kondensatorvergrößerer 14

Konventionelle Leuchtmittel 14

Konversionsfilter 95

Korrekturschichten 92

Kreativeffekt 176

# Index

Kreative Filmmanipulationen 201  
Kunstlichtfilm 95

---

## L

Laborcomputer 19  
Laborscanner Fuji SP-3000 98  
Laborschalenwärmer 82, 153  
Laborschürze 51  
Laborservice 216  
LED-Beleuchtung 11  
LED-Belichtung 60  
LED-Kaltlichtquelle 61  
LED-Laborlampe 152  
LED-Lichtköpfe für Vergrößerer 14  
LED-Rotlichttaschenlampen 14  
Leitungswasser 24  
Leuchtkästen 177  
Leuchttisch 177  
Lichtfarbe 93  
Lichthofschuttschicht 91  
Liquid Farmer 66  
Liquid Light 66  
Lochkamera 197  
Lomochrome Metropolis 121  
Lomochrome Purple 121  
Lomochrome Turquoise 122  
Lomography-Lomochrome-Filme 120  
Luftreinigung 22  
Lufttrocknung 42  
Lumen-Printing 179  
Lupe 177

---

## M

Maya 59  
Metallsalze 48  
Mischfarben 160  
Mischlicht 16  
Mischlichtsituationen 94  
Mittelformatfilm 76  
MOD54-Paterson-Planfilmeinsatz 86  
Modulare Vergrößerer Baureihe C 16  
Moersch  
    ATS sauer 51  
    ECO 4812 47

EFD 47  
Pyro 48 69  
Multidrum 2500 87  
Multigradefilter 16  
Multigrade-Papiere 59

---

## N

Natriumthiosulfat 47  
Netzmittel 48, 133  
Netzmittelbad 81  
Neutraldichtefilter 162  
Noritsu HS-1800 97  
Normlichtleuchtkästen 161  
Notfallvorsorge 52  
Nova FP Film Processor 28  
Nova-Heater-Heizstäbe 29  
Nova Slot Processor 29

---

## O

Objektivfilter 94  
Ochsengalle 72  
Orangemaskierung 92  
Ordnung 51  
OSRAM Duka 10 153

---

## P

Papierbeschichtung 190  
Papiere  
    farbige 191  
Papiertresor 152  
Pastell-Look-Effekt 97  
Paterson-System-4-Entwicklungsdose 83  
Paterson-Wasserfilter 27  
PET-Kunststoff 91  
pH-Wert 47  
Pinsel 186  
Planfilm 76  
Planfilmentwicklung 84  
Planfilm-Entwicklungsspirale 2509n 87  
PMK 69  
Polaroid Variachromat 17  
POP 186  
Positivabzüge 92  
Präzisionsthermometer 25

Preflash 62  
 Print Out Process  
*Siehe POP*  
 Prozesskontrolle 19  
 Prozesstemperatur 33  
 Pull-Entwicklung 135  
 Push-Entwicklung 134  
 Push- und Pull von Farbnegativfilmen 96  
 Pyrocat-HD 69  
 Pyrogallol-Filmentwickler 69  
 Pyro-Metol-Kodalk  
*Siehe PMK*

---

## R

RA-4-Entwicklung  
*Siehe RA-4-Prozess*  
 RA-4-Farbpapierentwicklung 24  
 RA-4-Prozess 93, 157  
 Fehlertabelle 166  
 RA-4-Prozesszeiten 158  
 Raumklima 22  
 Redscale Filme 123  
 Refix Lab 800T 114  
 Reinigungsalkohol 73  
 Remjet-Beschichtung 113, 131  
 Remjet-Entfernung 144  
 Remjet-Schicht 143  
 Revolog 117  
 460nm 117  
 600nm 118  
 Kolor 118  
 Kosmos 118  
 Lazer 118  
 Plexus 119  
 Rasp 119  
 Streak 119  
 Tesla 1 119  
 Tesla 2 120  
 Texture 120  
 Volvox 120  
 RGB 15, 92  
 RH  
 Designs Paperflasher II 63  
 Designs Processmaster II 22

Designs Stopclock Professional 20, 59  
 Designs Zonemaster II 20  
 Rolle  
 Ortho 25 170  
 Print Neutral ECO 47  
 RCS 47  
 Retro 80S 170  
 RWA 72  
 RXN 70  
 Superpan 200 170  
 Rollenquetscher 73  
 Rotationsentwicklung 41, 76, 81, 176  
 Rotationsentwicklungsprozessoren 32  
 Rotationsgeschwindigkeit 36  
 Rotes Blutlaugensalz 183  
 Rotlicht-LED-Lampen 12  
 Rührstab 83

---

## S

Sauberkeit 51  
 Säulenlänge 16  
 Schalenentwicklung 84, 153  
 Schaltuhren 59  
 Schleiersicherheit 12  
 Schleiertest  
 mit Vorbelichtung 13  
 Schlieren 158  
 Schlusswässerung 133, 134, 141  
 Schneidemaschine 153  
 Schutzbrille 50  
 Schutzhandschuhe 50  
 Schwarz-Weiß-Diafilm 169  
 Schwarz-Weiß-Entwickler 33  
 Schwarz-Weiß-Filmentwicklung 24, 76, 131  
 Schwarz-Weiß-Rotationsentwicklung 33  
 Schwefeltoner 48  
 Seal Masterpiece 42  
 Selbstbau-LED-Lampen 13  
 Sicherheitshinweise 45, 53  
 Silberhalogenid 48  
 Silberhalogenidkristalle 92  
 Silbersalz 114  
 Solarcan 197  
 Solarfast-Lichtfarben 195

# Index

Solargrafien 197  
Sonnenlicht 188  
Spanntuch 74  
Sperrfilter 15  
Splitgrade-Printing 19, 59  
Spur Paper Dur Green 47  
Stabibad 133, 134, 145  
Stabilisator 157  
Stabilisierbad 48, 141  
Stain 69  
Stearman  
    Press SP-445 85  
    Press SP-810 85  
Stoppbad 47, 76, 79, 144, 158  
Subtraktive Farbmischung 15, 59, 159

---

## T

Tageslichtaufhellblitz 94  
Tageslichtfilm 95  
Tageslichtlampe 161  
Tageslicht-LED-Lampe 161  
Tankprozessoren 154  
Temperatur 132, 172  
Temperaturkontrolle 31  
Temperaturvorgaben 24  
Temperierhilfen 28  
Temperierung 140  
Tetenal  
    Colortec C-41 134  
    Colortec C-41-Kit 134  
    Colortec E-6-Kits 141  
    Colortec RA-4-Kit 157  
    Indicet 47  
    Mirasol 72, 133  
Thermo-Kaschierpressen 42  
Thermometer 24  
Tiffen 85B 96  
Tisch-Prozessoren 155  
Toner 48  
Tonung 191  
Triacetat 91  
Trockensiebe 42  
Trocknung 141, 176, 190  
Trommelpressen 74

T-Shirt-Pressen 43  
Tungsten Chrome 143

---

## U

Überbelichtung 170  
Überstrahlungseffekte 143  
Umkehrbad 140  
Umkehrentwicklung 169  
Unterbelichtung 170  
UV-Belichtung 188  
UV-Lampen 188

---

## V

Vakuum-Thermopresse 43  
Van Dyke 192  
Verdünnung 175  
Vergrößerer mit LED-Kaltlichtquelle 159  
Vergrößererschaltuhren 19  
VOCs 23  
Vorbild 144  
Vorbilichten 62  
Vorwärmen 140  
Vorwässerung 33, 78, 133, 140

---

## W

Warnhinweise 45  
Waschwasser 76  
Washi X 108  
Wasserbadentwicklung 66  
Wasserfilter 27  
Wassermantelbad 25, 36, 135  
Wässerung 36, 80, 145, 158, 176  
Wässerungshilfe 80  
Wehner-Kit 171  
Workshop 216

---

## Z

Zitronensäure 47  
Zweitentwicklung 175  
Zwischenbelichtung 175  
Zwischenwässerung 140, 144, 158, 172