

Tetenal E-6 3-Bad – kein Buch mit sieben Siegeln!

E-6 – der Code für die Color-Diaentwicklung – strahlt für viele Fotografen noch immer eine besondere Magie aus. Das Verfahren gilt unverändert als die Krone der Fotografie. Die Bewältigung hoher Kontraste, die natürliche und dennoch brillante Farbproduktion sind Vorteile, die von keinem anderen, aktuell verfügbaren photochemischen Verfahren erreicht werden. Exzellente Resultate erfordern großes Können und präzises Arbeiten – das gilt sowohl für die Belichtung bei der Aufnahme, als auch für die anschließende chemische Filmentwicklung. Kein anderer Entwicklungsprozess beinhaltet so viele Bäder, ist so komplex und dauert so lange wie die E-6 Entwicklung – gleichwohl ein bewährtes Verfahren seit der Markteinführung durch Kodak Mitte der siebziger Jahre. Seitdem sind nur wenige Modifizierungen eingeflossen. Noch heute sind die gleichen Entwicklungsmaschinen in Fach- und Finishinglaboren im Einsatz.

Beim E-6 Standardprozess durchlaufen die Filme insgesamt 7 verschiedene Bäder, zusätzlich noch zwei Wässerungen. Ohne Trocknung beträgt die Zeit vom Erstentwickler bis zum Eintritt in den Trockner ca. 33 Minuten.

Bei der Maschinenverarbeitung im Standprozess E-6 erfolgt eine sogenannte Regenerierung einzelner Bäder des Prozesses, d.h. im Verhältnis zum Materialdurchsatz an Filmen wird frische Chemie (Regenerator) in die jeweiligen Arbeitslösungen der Maschinentanks gepumpt – entstehender Überlauf fließt in spezielle Auffangtanks, wird dort gesammelt und später durch Fachbetriebe entsorgt.

Durch die exakte Dosierung speziell formulierter Regeneratorbäder werden chemische Verluste in den Arbeitslösungen ausgeglichen und der Prozess stabil gehalten, sofern eine gute und gleichmäßige Auslastung gegeben ist.

Genau hier liegt ein Problem: die maschinelle Entwicklung im Regenerierverfahren ist nicht geeignet für kleine Labore und Studios mit geringer und obendrein stark schwankender Auslastung.

Die Lösung für diese Klientel kam Ende der 1970er-Jahre als JOBO die ersten Colorprozessoren für die Rotationsentwicklung auf den Markt brachte. Es wird nicht regeneriert, sondern stets in einer geringen Menge frischer Chemie (Arbeitslösung) entwickelt. Die Chemie, die hier zum Einsatz kommt basiert auf der Standardformel für E-6, angepasst an die Anforderungen der Rotationsentwicklung mit Dosen.

Zum Vergleich: ein Farbnegativfilm in einem modernen, schnellen C-41 RA Prozess ist bereits nach 7 Minuten entwickelt.

E-6 Standardentwicklung in Hänger Entwicklungsmaschinen

Prozessschritt	Zeit Min	Temp. °C	Reg. Rate ml/m ²
Erstentwickler	6	38 ± 0,3	2150
Wässerung	2	33 - 39	
Umkehrbad	2	24 - 39	1100
Farbentwickler	6	38 ± 0,6	2150
Bleichvorbad	2	24 - 39	1100
Bleichbad	6	33 - 39	215
Fixierbad	4	33 - 39	1100
Wässerung	2	33 - 39	
Stabilisierbad	1	20 - 39	1100

Damals hatten alle maßgeblichen Photochemiehersteller E-6 Arbeitsätze im Sortiment: Kits für 1 Liter oder für 5 Liter. Die technische Fortschreibung – kleine Maschinen in Kombination mit Kit-Chemie – bedeutet die (geografische) Unabhängigkeit für jedes Studio, für jeden Fotografen – speziell für Anwender auf dem Lande erübrigen sich zeitraubende und umständliche Fahrten zum nächst gelegenen Fachlabor in einer größeren Stadt.

Trotz aller segensreichen Fortschritte – ein wesentlicher Nachteil des E-6 Standardverfahrens blieb auch den Rotationsanwendern: die vergleichsweise lange Prozesszeit und das zeitraubende umständliche Mixen von 6 Bädern plus finalem Stabilisierbad.

Den entscheidenden Durchbruch brachte das 1987 von Tetenal auf den Markt gebrachte E-6 3-Badverfahren. Anstelle von 6 Bädern plus Stabi, kommen hier 3 Bäder plus Stabi zum Einsatz.

Nur halb so viel Bäder – nur halb so viel Aufwand und damit einhergehend eine enorme Einsparung von Arbeitszeit.

Der Clou beim E-6 3-Bad Verfahren ist das Zusammenführen einzelner Prozessschritte, die ohnehin symbiotisch arbeiten, bei gleichzeitig unveränderten Basisformeln für die bildgebenden Bäder Erstentwickler und Farbentwickler.

- Anstelle eines separaten Umkehrbades ist die Umkehrsubstanz ein integrierter Bestandteil des Farbentwicklers.
- Statt der separaten Schritte Bleichvorbad, Bleichbad und Fixierbad arbeitet man beim 3-Bad Prozess mit einer Kombi aus diesen Bädern, zusammengefasst zu einem Bleichfixierbad.

Erstentwickler

Der Erstentwickler ist ein weich arbeitender S/W Negativentwickler - sehr feinkörnig, bewusst langsam im Bildaufbau, trotz der vergleichsweise hohen Temperatur von 38°C. Die belichteten Silberhalogenide werden zu metallischem Silber reduziert, gleichermaßen in allen 3 Emulsionsschichten, die für blaues, grünes und rotes Licht empfindlich sind. Nicht belichtete Silberhalogenide bleiben unverändert.

Die Erstentwicklung ist der einzig wirklich kritische Schritt bei der E-6 Entwicklung, hier werden die Parameter Empfindlichkeit, Kontrast, Minimaldichte, Maximaldichte und Farbdichte wesentlich beeinflusst, etwaige Fehler sind in den weiteren Prozessschritten nicht mehr korrigierbar. Eine zu hohe Konzentration, eine zu hohe Temperatur, eine zu lange Zeit oder eine zu hohe Regeneriertrate führen zu einer Überentwicklung – umgekehrt resultieren Unterentwicklungen bei zu geringer Konzentration, zu niedriger Temperatur, zu kurzer Zeit oder zu niedriger Regeneriertrate. Überentwicklungen im Erstentwickler führen zu flauen, viel zu hellen Dias – Unterentwicklungen führen zu dichten, viel zu dunklen Dias. Diesen Effekt macht man sich zu Nutze beim Pushen oder Pullen von Filmen, wenn bewusst unterbelichtet oder überbelichtet wird, um dann mit veränderter Erstentwicklungszeit gegenzusteuern.

Der Erstentwickler beim E-6 3-Bad Verfahren ist identisch mit dem Erstentwickler im E-6 Standardprozess.

Erste Wässerung

In der ersten Wässerung wird die Erstentwicklung abgeschlossen, anhaftender Erstentwickler wird entfernt. Der Austausch von Erstentwickler und Wasser erfolgt zuerst in den oben liegenden Emulsionsschichten, in den darunter liegenden Schichten mit Verzögerung. Während in der blauempfindlichen oberen Schicht die Entwicklung bereits beendet ist, wird in den darunter liegenden grün- und rot empfindlichen Schichten noch etwas weiterentwickelt. Die unterschiedliche zeitliche Verzögerung und der resultierende geringfügig unterschiedliche Grad der Entwicklung ist quasi einprogrammiert

E-6 3-Bad Entwicklung in der JOBO Rotation

Prozessschritt	Zeit Min	Temp. °C
Vorwärmen der Dose	5:00	38 ± 0,3
Erstentwickler	6:15	38 ± 0,3
Wässerung	2:30	38 ± 0,5
Farbentwickler	6:00	38 ± 0,5
Wässerung	2:30	33 - 39
Bleichfixierbad	6:00	33 - 39
Wässerung	4:00	33 - 39
Stabilisierbad	1:00	20 - 25

im Prozessablauf – verständlich, dass die Temperatur des Wassers, die Zeit und die Wässerungsrate exakt eingehalten werden müssen. Auch der wichtige – von einigen Anwendern manchmal unterschätzte – Prozessschritt der ersten Wässerung erfolgt beim 3-Bad Prozess gleichermaßen wie beim Standard.

Farbentwickler

Kommen wir zum Farbentwickler, der beim 3-Bad Prozess chemisch weitestgehend genau so aufgebaut ist wie beim E-6 Standardprozess. Allerdings gibt es einen wesentlichen Unterschied: beim 3-Bad Farbentwickler ist die Umkehrsubstanz bereits integrierter Formelbestandteil, während beim Standardprozess die Umkehrung in einem separaten Bad erfolgt, nach der Ersten Wässerung und vor dem Farbentwickler.

Das Umkehrbad hat die Aufgabe, das im Erstentwickler unverändert gebliebene Silberhalogenid entwickelbar zu machen. Im E-6 Standardprozess nimmt die Emulsion im separaten Umkehrbad eine chemische Umkehrsubstanz auf, die allerdings erst im alkalischen Milieu des anschließenden Farbentwicklers ihre Wirkung entfalten kann. Der 3-Bad Prozess bedient sich einer speziellen „Verschleierungstaktik“: statt ein oxidationsanfälliges separates Bad vorzuschalten, kommt eine hochaktive Umkehrsubstanz zum Einsatz, direkt integriert in die Farbentwicklerformel.

Ein einfacher, aber genialer Grundgedanke: wenn es erforderlich ist, Umkehrsubstanz mit der Emulsion in den Farbentwickler zu transportieren, kann man diese Substanz gleich dort integrieren. Im regenerierten maschinellen Prozess würde das allerdings nicht funktionieren, die Umkehrintegration bleibt dem 3-Bad Verfahren vorenthalten.

Der E-6 Farbentwickler ist tolerant, das fotografische Ergebnis ist praktisch unabhängig von geringen Temperaturunterschieden, unterschiedlichen Rotationsgeschwindigkeiten und sogar von den Verarbeitungszeiten. Die Zeit darf variieren, bis zu plus/minus 2 Minuten von der Sollzeit abweichen, ohne dass sichtbare Farb- und Dichteunterschiede auftreten.

In einem Punkt reagiert der E-6 Farbwentwickler allerdings doch sehr empfindlich. Wegen des hohen pH-Wertes um ca. 12 und geringer Pufferung nimmt er leicht Kohlendioxid aus der Luft auf, was unweigerlich zu einer Absenkung des pH-Wertes führt. Absenkungen oder Erhöhungen führen allerdings zu einer Änderung der Farbbalance. Problematisch ist, dass die blauempfindliche Schicht (Gelbkurve) praktisch kaum vom pH-Wert abhängt, während die grünempfindliche Schicht (Magentakurve) stark reagiert, während die rottempfindliche Schicht (Cyankurve) eine mittlere Einflussnahme zeigt.

Bei niedrigem pH-Wert resultiert eine Magenta-Blau Farbverschiebung, bei hohem pH-Wert wird die Balance in Richtung Gelb-Grün verschoben.

Tipp: Farbwentwicklerflaschen stets verschließen, niemals offen stehen lassen!

Zwischenwässerung

Alkalischer Farbwentwickler wird aus der Emulsion herausgewaschen, so wird das erforderliche saure Milieu des Bleichfixierbades pH-stabil gehalten. Ohne diesen Schritt würde der pH-Wert im Bleichfixierbad unweigerlich ansteigen, damit einen Bremseffekt herbeiführen und so die Bleichleistung reduzieren oder sogar aufheben.

Bleichfixierbad

Das Bleichfixierbad im 3-Bad Prozess kombiniert die Prozessschritte Bleichvorbad, Bleichbad und Fixierbad. Wesentlicher Bestandteil des Bleichvorbades beim E-6 Standardverfahren in Entwicklungsmaschinen ist ein Bleichbeschleuniger, der die Oxidation des Bildsilbers im folgenden Bleichschritt forciert. Beim 3-Badverfahren ist der Beschleuniger integraler Bestandteil des Bleichbades. Einfach, aber effektiv!

Bei der maschinellen Verarbeitung in Hänger- und Durchlaufmaschinen folgt das Fixierbad direkt auf das Bleichbad, ohne Zwischenwässerung. Im regenerierten Prozess ist das Fixierbad wegen des eingeschleppten Bleichbades somit faktisch ein Bleichfixierbad.

Genau so funktioniert es beim 3-Bad: anstatt separat zu bleichen und separat zu fixieren, wird kombiniert, so wie es übrigens seit Jahrzehnten üblich ist bei der Papierverarbeitung, zum Beispiel im RA-4 Prozess.

Finale Wässerung

In der letzten Wässerung werden restliche Chemikalien der vorhergehenden Prozessschritte aus der Emulsion herausgewaschen und entfernt – obligatorisch bei jeglicher Form der E-6 Entwicklung.

Stabilisierbad

Der Name ist Programm: der letzte Schritt des Prozesses sorgt für die chemische Stabilisierung, so werden spätere Veränderungen der Farbstoffmoleküle verhindert und die Haltbarkeit der Farbdias gewährleistet. Oberflächenaktive Substanzen im Stabilisierbad ermöglichen ein gleichmäßiges Abfließen restlicher Flüssigkeit, wichtig für die Trocknung ohne Flecken und Schlieren.

Seit der Markteinführung 1987 hat der E-6 3-Bad Prozess weltweit viele begeisterte Anhänger gefunden und bereits nach wenigen Jahren dem E-6 Standard Kit – ebenfalls für die Rotation- den Rang abgelaufen. Heute führt Tetenal nur noch E-6 3-Bad Chemie im Programm – eine eindeutige Entscheidung des Marktes.

Gibt es denn keinen Nachteil beim E-6 3-Bad Verfahren?

Praktisch nein – bei einwandfreier Prozessdurchführung wird man immer zu exzellenten reproduzierbaren Ergebnissen gelangen. Es kommt auf absolute Sauberkeit des verwendeten Equipments an, hierzu gehört auch ein sauberes Wassermantelbad in den Prozessoren und eine einwandfreie Dichtigkeit der Zahnkranzdeckel und der Dichtungsringe an Dosendeckeln und Hebeliften.

Nach jedem Entwicklungsdurchgang sind die verwendeten Spiralen und Dosen gründlich mit Wasser zu spülen, um sie dann trocken zu blasen – idealerweise mit einem Föhn.

Erstentwickler und Farbwentwickler müssen in getrennten Mixbehältern angesetzt werden, niemals Erstentwickler und Farbwentwickler offen nebeneinander stehen lassen!

Da Sauberkeit im Fotolabor ohnehin eine Grundvoraussetzung ist für gute Ergebnisse, sind die beschriebenen Anforderungen und Arbeitsempfehlungen nicht allein auf den 3-Bad Prozess gemünzt, sie sollten so oder so beachtet werden.