

Farblehre Teil IV

Aufbau

Zusammensetzung von Druckfarben

Tiefdruckfarben sind zusammengesetzt aus Farbmitteln, Bindekörpern, speziellen Zusätzen (Additiven) sowie einem Lösemittel oder Lösemittelgemisch.

Als Farbmittel kommen sogenannte basische Farbstoffe, lösliche Farbstoffe oder Pigmente in Frage. Aufgrund der Beständigkeitansprüche werden heute überwiegend pigmentierte Tiefdruckfarben verwendet. Aus der Vielzahl der zur Verfügung stehenden Pigmente und Farbstoffe sind die günstigsten auszuwählen.

Dabei müssen die erforderlichen Echtheiten ebenso berücksichtigt werden, wie die Anwendbarkeit in Kombination mit den übrigen Druckfarbenbestandteilen, z.B. Bindekörpern, Zusätzen und Lösemitteln.

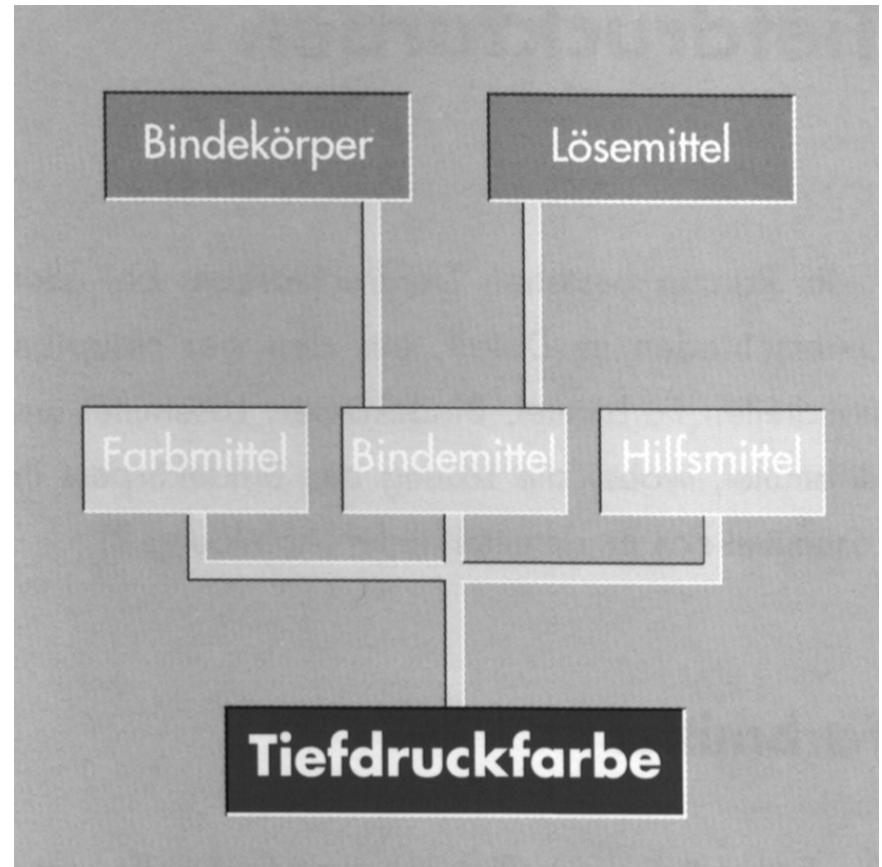
Komponenten der Druckfarbe

Im folgenden sollen diese drei Gruppen

- Farbmittel
- Bindekörper und
- Lösemittel

etwas eingehender besprochen werden.

Die Eigenschaften einer Tiefdruckfarbe werden in erster Linie durch die verwendeten Bindekörper und Additive bestimmt.



Bei den Bindekörpern muss man unterscheiden zwischen Hauptbindekörpern und Zusätzen wie Weichmachern, Weichharzen, Wachsen, Gleitmitteln,... die zur Erreichung spezieller Eigenschaften erforderlich sind.

Die wichtigsten Bindekörper

1. Cellulosederivate: Nitrocellulose, Ethylcellulose, Celluloseacetobutyrat oder Celluloseacetopropionat
2. Polyamidharze
3. Vinylpolymerisate: Polyvinylbutyral, Polyacrylate oder Polyvinylchlorid-Mischpolymerisate
4. verschiedene andere Bindekörper: Polyester, Polyurethane, Ketonharze, Maleinate,...

Es sollte nicht unerwähnt bleiben, dass die zur Zeit in Europa auf dem Markt angebotenen Produkte - Bindekörper, Harze, Weichmacher, Wachse und Spezialadditive - die Zahl von 10000 bei weitem überschreitet.

Die real in Druckfarben eingesetzten Produkte dürften bei ca. 1000 liegen.

Farbstoffe und Pigmente

Als Farbmittel in Tiefdruckfarben werden heute basische Farbstoffe, lösliche Farbstoffe, anorganische und organische Pigmente sowie Metallpigmente verwendet.

Hier verschaffen wir uns nun einen Überblick über die Herstellung und Verwendung von Farbstoffen und Pigmenten.

Farbstoffe (organische und anorganische)

Meist handelt es sich um basische Farbstoffe, die in alkoholischer Lösung, mit einem Fixiermittel versetzt, verdrückt werden. Trotz Verwendung eines solchen Fixiermittels sind die Echtheiten von Druckerzeugnissen, die mit solchen Farben hergestellt sind, nur sehr gering.

So ist weder eine Wasserechtheit noch eine Säure-, Alkali- oder Fettechtheit gegeben. Darüber hinaus haben diese Farbstoffe die unangenehme Eigenschaft, dass sie sehr stark zur Migration, das heißt Wanderung, neigen. Außerdem ist die Lichtechnik dieser Farbstoffe sehr gering; langlebige Druckerzeugnisse, die darüber hinaus unter Umständen noch dem Tageslicht ausgesetzt sind, können mit diesen Farben nicht hergestellt werden.

Im Gegensatz zu den Echtheiten ist die Verdruckbarkeit dieser Farben ausgezeichnet; außerdem lassen sich äußerst farbstarke und brillante Drucke erzielen.

Trotz dieser Vorteile ist jedoch aufgrund der stetig wachsenden Ansprüche bei den Echtheiten und Beständigkeiten die Verwendung solcher Farben stark rückläufig.

Eine Sonderstellung nehmen hier Metall-Komplex-Farbstoffe ein, die in verschiedenen Spezialgebieten verwendet werden. Sie werden z.B. bei extremen Lasuren (aus Alufolie mit Gelbüberdruck Goldfolie erzeugen), bieten aber sonst preislich und von den Echtheiten keine Vorteile gegenüber Pigmenten.

Unter Leuchtfarben sind Farben zu verstehen, welche die Erscheinung der Fluoreszenz zeigen.

Fluoreszieren bedeutet aber nichts anderes als das Aussenden von umgewandeltem Licht. Bei Auffall von Licht, das genügend kurzwellige Strahlung (UV-Strahlung) enthält, wird diese für das Auge unsichtbare Strahlung durch den Farbstoff in sichtbares Licht umgewandelt.

Der Leuchteffekt hält nur solange vor, wie auch die Bestrahlung dauert. Die Echtheiten dieser Farben sind ebenfalls gering. Einsatzgebiet sind z.B. Waschmittelverpackungen (hier muss wegen der geringen Echtheiten überlackiert werden).

Pigmente

Pigmente sind unlösliche, organische oder anorganische, bunte oder unbunte Farbmittel. Sie kommen in der Natur vor (Zinnober, Ocker, Graphit, Terra di Siena) oder werden synthetisch erzeugt. Natürliche Pigmente haben bei der Druckfarbenherstellung im Tiefdruck keine Bedeutung. Hier kommen fast nur synthetisierte Pigmente zum Einsatz.

Pigmente haben gegenüber den Farbstoffen den Vorteil, dass mit ihnen wesentlich bessere Echtheiten in fast allen Bereichen erreicht werden können.

Synthetische anorganischen Pigmente werden folgendermaßen unterteilt:

- weiße Pigmente,
- Buntpigmente,
- Ruße (Kohlenstoffpigmente),
- metallische Pigmente.

Anorganische weiße Pigmente

Diese werden noch einmal gestaffelt in ihrer Deckkraft:

transparente: Siliziumdioxide, Aluminiumoxidhydrate

halbdeckende: Kalziumkarbonat, Magnesiumoxid, Bariumsulfat, Kaolin

deckende: Zinksulfid, Titandioxid

Die transparenten Weißpigmente werden oft auch zu den Füllstoffen gerechnet, die zu den Druckfarbenhilfsmitteln zählen.

Bei den anorganischen Weißpigmenten handelt es sich meist um relativ einfache Verbindungen (Oxide, Sulfide, Karbonate, Sulfate, Silikate) der Metalle Aluminium, Magnesium, Kalzium, Barium, Zink, Titan.

Das mit Abstand wichtigste Weißpigment überhaupt ist Titanweiß (Titandioxid), das in sehr großen Mengen, besonders im Verpackungsdruck, eingesetzt wird.

Anorganische Buntpigmente

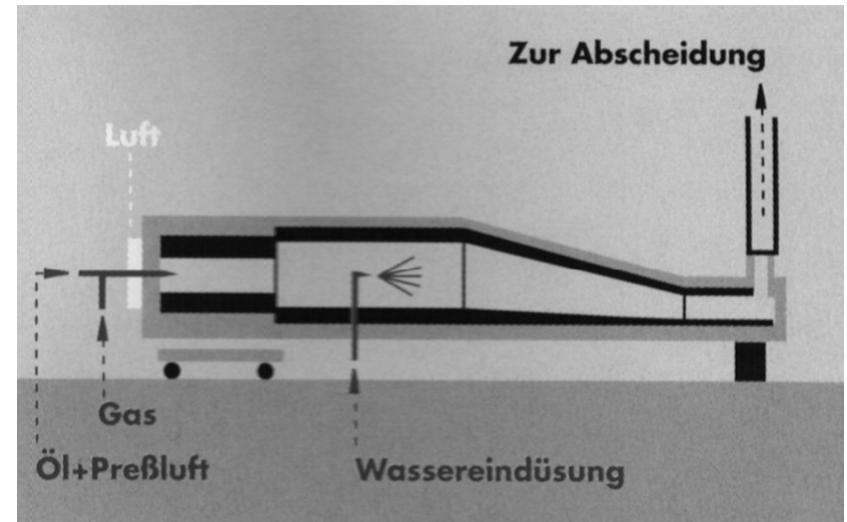
Zu dieser Gruppe gehören zum Beispiel Chromgelb, Chromoxidgrün, bestimmte Molybdän- und Kadmiumpigmente.

Diese werden hier lediglich der Vollständigkeit halber erwähnt, in Druckfarben werden sie entweder schon lange nicht mehr eingesetzt oder wurden hier auch früher schon nicht benutzt.

Das einzige zu dieser Gruppe gehörende Pigment, welches in beachtlichen Mengen in Druckfarben verwendet wird, ist Miloriblau, ein komplexes, außerordentlich stabiles, und daher ungiftiges Eisenzyanid.

Kohlenstoffpigmente

Ruß besteht zu 90 bis 99 Prozent aus feinverteiltem Kohlenstoff und darüber hinaus einer Vielzahl organisch-chemischer Verbindungen. Er wird trotzdem üblicherweise zu den anorganischen Pigmenten gerechnet. Technisch verwendete Rüße werden nach unterschiedlichen Verfahren synthetisch hergestellt und entstehen durch unvollständige Verbrennung von Öl oder Gas. Das wichtigste Verfahren, weil am häufigsten und am besten zu steuern ist das Furnace-Verfahren.

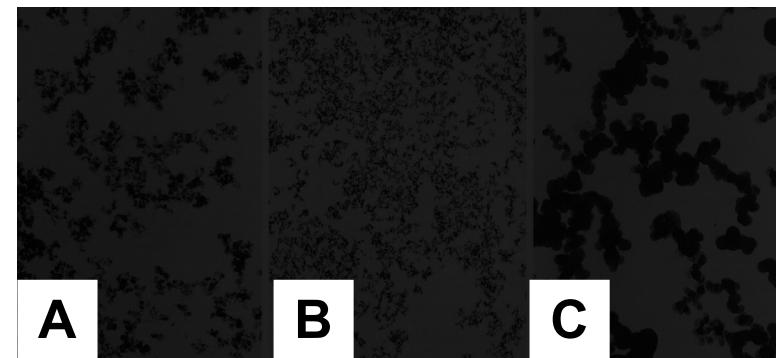


Ein Öl-Luftgemisch wird verbrannt und mit Wasser abgeschreckt. Dies findet in einem geschlossenen Reaktor statt (Furnace). Die dabei gewonnenen Teilchen variieren zwischen 10 und 80 μ . Sie können durch nachfolgende Filterung sortiert werden.

Kohlenstoffpigmente

Gasruß wird gewonnen, indem man über der Verbrennungsflamme einen gekühlten Zylinder rotieren lässt. Der entstandene Ruß setzt sich mit dem Kondenswasser am Zylinder ab und kann dann abgeschabt werden.

Da Ruß nicht rein schwarz sondern eher bräunlich ist, müssen schwarze Druckfarben meist mit Blau oder Rot geschönt werden, um ein neutrales schwarz zu erreichen.



Hier dargestellt sind verschiedene Rußarten (Vergrößerung 30.000:1)

- A) Furnace-
- B) Degussa-
- C) Flammruß

Aufgrund der großen Oberfläche ist Ruß äußerst schwer zu dispergieren (1g kann mehrere 100m² Oberfläche haben).

Metallpigmente können Aluminium- und Bronzepulver sein, wobei die Bronzefarben nach Kupferanteil gestaffelt werden.

- Bleichgold(rötlich): 90% Kupfer 10% Zink;
- Rotbleichgold(gelblich): 85% Kupfer, 15% Zink;
- Reichgold(grünlich): 70% Kupfer, 30% Zink

Sie werden meist durch komplizierte chemische Synthesen hergestellt und nachher in einer Lösung ausgefällt und filtriert. Heute wird als Grundstoff Öl verwendet, früher Steinkohleteer.

Das durch filtrieren gewonnene Pigment wird dann im sogenannten Flush-Prozess meist zur Stammpaste weiterverarbeitet.

Stellvertretend einige Beispiele:

- Gelb: Diarylgelb (Pigment Yellow 12)
- Magenta: Rubintoner (Pigment Red 57)
- Cyan: Phthalocyaninblau (Pigment Blue 15)

Organische Pigmente

Es ist wichtig zu wissen, dass die meisten organischen Pigmente mit einer Oberflächenbehandlung ausgerüstet und erst hierdurch für die Verwendung in Druckfarben geeignet sind.

Bei dieser Ausrüstung, dem sogenannten Coating, wird die Oberfläche der Pigmentteilchen mit einem Hilfsmittel belegt.

Das Coating beeinflusst in erheblichem Maße die Eigenschaften eines Pigments und der aus ihm hergestellten Druckfarbe (Fließverhalten, Echtheiten, Dispergierbarkeit in verschiedenen Bindemitteln, Farbton und Farbstärke)

Bindemittel

Es muss zwei Kriterien erfüllen:

- Verankerung des Farbmittel auf der Oberfläche des Bedruckstoffes
- Überführen des Farbmittels in eine verdrückbare Form (durch Lösen des Farbstoffes oder vollständiges Umhüllen des Pigmentes)

Meist handelt es sich um Makromoleküle (Eiweiße, Cellulose, PE, PP, PVC). Dies sind die eigentlichen Bindekörper.

Bindemittel ist ein Gemisch aus Bindekörpern und Lösemittel, jedoch wird der Bindekörper selbst meist auch Bindemittel genannt.

Bei den Bindemitteln wird unterschieden zwischen:

- Naturharzen
- halbsynthetischen Kunstharzen
- vollsynthetischen Kunstharzen.

Naturharze wie Kolophonium, Dammar, Schellack oder Gilsonite (Naturasphalt) haben heute nur noch eine sehr geringe Bedeutung, da sie erheblichen Schwankungen unterworfen sind.

Sie entstehen durch die Umwandlung von Naturprodukten (nachwachsende Rohstoffe).

Ein Beispiel hierfür wäre die Nitrocellulose, welche durch chemische Reaktion mit Salpetersäure entsteht. Hier muss vorsichtig verfahren werden, da bei starker Nitrierung Schießbaumwolle entsteht (hochexplosiv, wird in Munition verwendet). Bei schwacher Nitrierung ist die Nitrocellulose nicht mehr so explosiv jedoch immer noch feuergefährlich.

Sie sind Produkte der Erdölchemie und werden wiederum in komplizierten chemischen Prozessen durch Synthese gewonnen:

- Polykondensation (Polyester, Polyamide):
 - Verknüpfung verschiedener Moleküle unter Abspaltung einer niedrigmolekularen Substanz (meist Wasser)
- Polymerisation (Polystyrol, Polyvinylchlorid, Polyvinylacetat):
 - Verknüpfung gleichartiger Moleküle ohne Abspaltung anderer Stoffe
- Polyaddition (Epoxydharze, Polyuhrethan):
 - ähnelt der Polymerisation jedoch mit verschiedenartigen Molekülen

Dispergieren

Während basische Farbstoffe und lösliche Metall-Komplex-Farbstoffe zur Herstellung einer Druckfarbe nur in den Lösemitteln der Druckfarbe gelöst werden und Metallpigmente in einem geeigneten Druckfarbenfiris leicht eingerührt werden können, erfordert die Herstellung pigmentierter Druckfarben einen zusätzlichen Arbeitsgang, bei dem die Pigmentteilchen im Bindemittelsystem fein verteilt werden; man spricht vom „Dispergierprozess“.

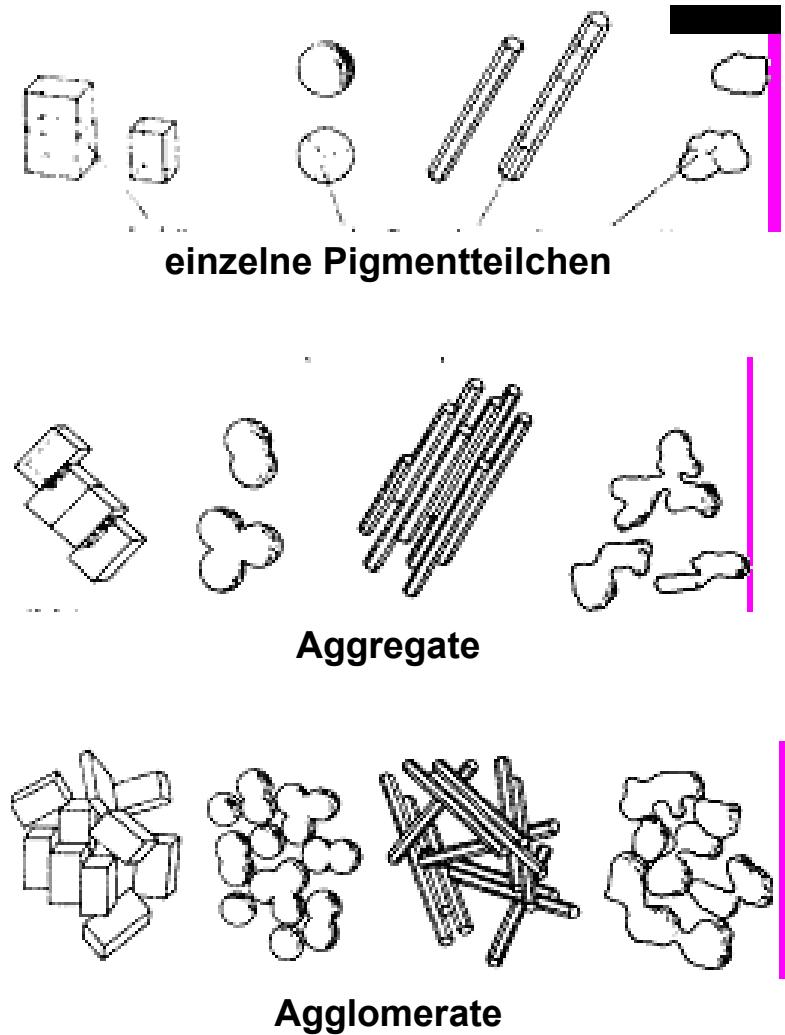
Dabei werden die Pigmentagglomerate zerkleinert und die einzelnen Pigmentteilchen mit Bindemittel belegt.

Die wichtigsten Einrichtungen zur Dispergierung seien hier genannt:
Dreiwalzenstühle, Kugelmühlen, Rührwerkskugelmühlen, Kneter, Dissolver, Trichtermühlen und Schnellmischer.

Dispergieren

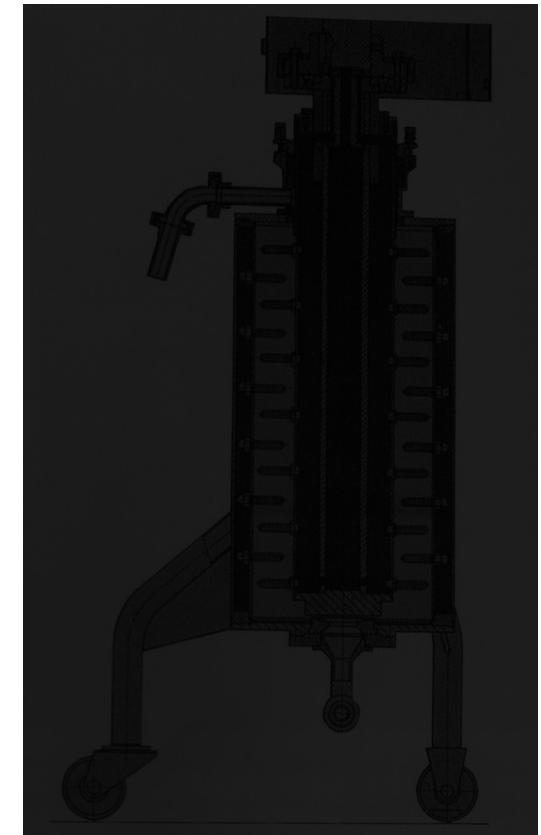
Der Dispergierungsvorgang ist der entscheidende Schritt bei der Druckfarbenherstellung:

Die Pigmente müssen als kleinste Teilchen vorliegen, um mit der größtmöglichen Oberfläche zu erscheinen. Sollten sich Aggregate oder Agglomerate bilden, ist die reflektierende Oberfläche eines solchen kleiner, als die Summe der Oberflächen der einzelnen Pigmente.



Kugelmühle

Die Rührwerkskugelmühle ist ein zylindrischer Metallbehälter, gefüllt mit Kugeln aus Stahl, Glas oder keramischem Material von 1,5 mm bis 3 mm Durchmesser. Ein Rührwerk lässt die Kugeln rotieren. Vordispergierte Farbe wird in den Behälter gepumpt, sie durchdringt ihn von unten nach oben und wird dabei von den rotierenden Kugeln zu einer homogenen Masse verrieben. Ein Sieb am Zylinderkopf hält die Kugeln zurück, während die angeriebene Farbe passieren kann.



**Schnitt durch eine
Rührwerkskugelmühle.**

Lösemittel

Dies sind flüssige Verbindungen, die in der Lage sind andere Stoffe zu lösen, ohne sie chemisch zu verändern.

Sie müssen farblos sein, ohne Rückstände verdunsten, geruchsarm / -los, gering - oder besser noch - nicht giftig, chemisch beständig und leicht zu beschaffen sein.

Auf den folgenden Seiten werden nun einige wichtige physikalische Eigenschaften von Lösemitteln aufgezeigt.

Lösemittel: Verdunstung

Lösemittel können nach ihren Siedebereichen eingeteilt werden:

- Niedrig-Sieder: Siedebereich unter 100 °C
- Mittel-Sieder: Siedebereich 100 bis 150 °C
- Hoch-Sieder: Siedebereich über 150 °C

Lösemittel	Mittelwerte von 5 Lösemitteln Verdunstungszeitmessungen	Verdunstungszahl
• Ether	19,3	1,0
• Ethylacetat	56,0	2,9
• Ethanol	160,2	8,3
• Ethoxypropanol	637,0	33,0

Beispiel zur Berechnung der Verdunstungszahl:

Gemessene Verdunstungszeit von Ethanol 160,2 dividiert durch gemessene Verdunstungszeit von Ether 19,3 ergibt die Verdunstungszahl 8,3 für Ethanol.

Lösemittel: Verdunstung

Nach den Verdunstungszeiten können Lösemittel in vier Gruppen eingeteilt werden:

- leichtflüchtig - Verdunstungszahl bis 10
- mittelflüchtig - Verdunstungszahl 10 bis 35
- schwerflüchtig - Verdunstungszahl 35 bis 50
- sehr schwerflüchtig - Verdunstungszahl über 50

<i>Lösemittel</i>	<i>Siedepunkt</i>	<i>Verdunstungszahl</i>
• Ethanol	78,3°C	8,3
• Ethylacetat	77°C	2,9
• Methylethylketon	80°C	2,9
• Isopropanol	82°C	11
• Isopropylacetat	89°C	4,2

Lösemittel:

Flammpunkt / Zündtemperatur

Alle in Tiefdruckfarben verwendeten Lösemittel, mit Ausnahme von Wasser, sind brennbar. Für den Verarbeiter von Tiefdruckfarben ist daher die Kenntnis von Flammpunkt und Zündtemperatur der verwendeten Druckfarben und Verdünnungen von großer Bedeutung.

Der Flammpunkt gibt die niedrigste Temperatur an, bei der es gelingt, ein Lösemitteldampf-Luft-Gemisch zu entzünden; er ist somit ein Maß für die Entflammbarkeit eines Lösemitteldampfes.

Als Zündtemperatur gilt die niedrigste Temperatur einer Oberfläche aus Glas, bei der durch Auftropfen einer brennbaren Flüssigkeit deren Selbstentzündung erreicht werden kann; sie ist also ein Maß für die Entflammbarkeit eines zündfähigen Dampf-Luft Gemisches ohne Fremdzündung.

Lösemittel: Flammpunkt / Zündtemperatur

Lösemittel	Siede- bereich (°C)	Verdun- tungszahl (Ether=1)	MAK Wert	Flamm- punkt (°C)	Zünd- temperatur (°C)
Kohlenwasserstoffe					
Benzin 80/110	80-110	3,3	n.f. ¹⁾	-20	250
Benzin 100/140	100-140	7,0	n.f. ¹⁾	-5	220
Cyclohexan	81	40	300	-18	260
Alkohole					
Ethanol	78	8,3	500	+16	425
n-Propanol	97	16,0	n.g. ²⁾	+23	405
iso-Propanol	82	11,0	200	+15	634
n-Butanol	118	33,0	100	+34	360

Lösemittel: Flammpunkt / Zündtemperatur

Lösemittel	Siede- bereich (°C)	Verdun- tungszahl (Ether=1)	MAK Wert	Flamm- punkt (°C)	Zünd- temperatur (°C)
Glykolderivate					
Ethoxypropanol (1-Ethoxypropanol-2)	134	33,0	n.g. ²⁾	+42	255
Propylenglykol -Monomethylether (1-Methoxypropanol-2)	123	25,0	100	+32	270
Methoxypropylacetat (1-Methoxypropylacetat-2)	146	33,0	50	+44	315

Lösemittel: Flammpunkt / Zündtemperatur

<i>Lösemittel</i>	<i>Siede- bereich (°C)</i>	<i>Verdun- tungszahl (Ether=1)</i>	<i>MAK Wert</i>	<i>Flamm- punkt (°C)</i>	<i>Zünd- temperatur (°C)</i>
<u>Ester</u>					
Ethylacetat	77	2,9	400	-4	475
Isopropylacetat	88	4,2	200	+4	460
<u>Ketone</u>					
Aceton	56	2,1	500 ³⁾	-19	540
Methylketon	80	2,6	200	-14	505
<u>Wasser</u>					
	100	-/-	-/-	-/-	-/-

¹⁾ n.f. → nicht festgelegt

²⁾ n.g. → nicht genannt

³⁾ lt. MAK- und BAT-Werte-Liste 1993

Hauptkriterien für die Verwendung bestimmter Lösemittel sind:

- Verfügbarkeit
- Umweltverträglichkeit
- Gesundheitsschädlichkeit
- Art des Produktes
- Art des verwendeten Bindemittels/Pigmentes
- Echtheitsanforderungen

Im Illustrationstiefdruck findet man als Lösemittel hauptsächlich Toluol, das sich einfach zurückgewinnen lässt.

Im Verpackungstiefdruck arbeitet man hauptsächlich mit Ethanol oder Ethylacetat.

Trocknung der Farbe

Dies geschieht im Bereich des Tiefdrucks hauptsächlich physikalisch durch Wegschlagen und/oder Verdunsten des Lösemittels.

Die heutigen Maschinengeschwindigkeiten von 50.000 Zylinderumdrehungen und mehr verlangen von Bindemittel und Lösemittel grundsätzlich eine schnelle Trocknung.

Während man im Verpackungstiefdruck die Trocknung hauptsächlich über das Lösemittel zu steuern versucht (wegen der vielen unterschiedlichen Bedruckstoffe), arbeitet man im Illustrationstiefdruck mehr über das Bindemittel oder auch spezielle Additive, da man (bis auf seltene Fälle) an Toluol als Lösemittel gebunden ist. So benötigt man für jede Variation eine maßgeschneiderte Lösung.