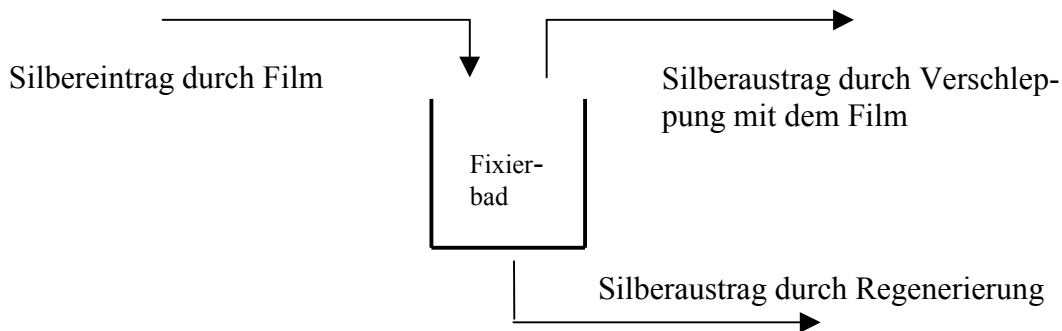


## Theoretische Überprüfung der Einhaltung der Silberfracht

Es werden Formeln an die Hand gegeben, mit denen die Silberfracht bei Röntgenfilmentwicklungsmaschinen mit und ohne Elektrolysegerät theoretisch berechnet werden kann. Sie sollen dazu dienen, abschätzen zu können, ob die Silberfracht mit den technischen Voraussetzungen der Entwicklungsmaschine und ggf. des Elektrolysegerätes eingehalten werden kann.

Die nachfolgend aufgeführten Formeln stehen auch als Excel-Datei zur Verfügung (Excel-Datei „Ag-Frachtberechnung“). In dieser Datei wird nach Angabe der Parameter das Ergebnis automatisch berechnet.

### 1. Röntgenfilmentwicklungsmaschine ohne Elektrolysegerät



	Beispiel
Silbereintrag ins Fixierbad durch Röntgenfilm (aus Literatur)	$q_0$ 4,7 g/m <sup>2</sup>
Regenerierrate der Entwicklungsmaschine	$V_R$ 0,4 l/m <sup>2</sup>
Verschleppungsrate der Entwicklungsmaschine	$V_V$ 0,04 l/m <sup>2</sup>
zulässige Silberfracht im Spülwasser lt. Anhang 53	50 mg/m <sup>2</sup>
Voraussetzung: Das zudosierte Regenerat hat einen Silbergehalt von 0 mg/l.	

**Berechnung bei einfachem Fixierbad**

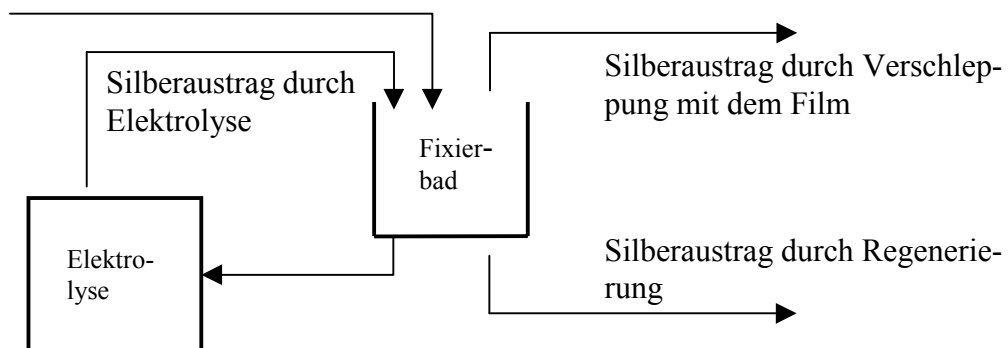
Silberkonzentration im Fixierbad, die sich einstellt	$c = q_0 / (V_R + V_V)$	10,68 g/l
Silberfracht im Spülwasser	$= c * V_V * 1000$	427,2 mg/m <sup>2</sup>

**Berechnung bei zweistufigem Fixierbad**

Silberkonzentration im letzten Fixierbad, die sich einstellt	$c = q_0 * V_V / (V_R^2 + V_R * V_V + V_V^2)$	1,06 g/l
Silberfracht im Spülwasser	$= c * V_V * 1000$	42,4 mg/m <sup>2</sup>

**2. Röntgenfilmentwicklungsmaschine mit Elektrolysegerät**

Silbereintrag durch Film



Beispiel

Silbereintrag ins Fixierbad durch Röntgenfilm (aus Literatur)	$q_0$	5,0 g/m <sup>2</sup>
Regenerierrate der Entwicklungsmaschine	$V_R$	0,4 l/m <sup>2</sup>
Verschleppungsrate der Entwicklungsmaschine	$V_V$	35 ml/m <sup>2</sup>
Fotomaterialverarbeitung	$A$	25 m <sup>2</sup> /d
Arbeitszeit	$t$	8 h/d

Silberkonzentration, bis zu der das Elektrolysegerät entsilbern kann

$c_0$  0,5 g/l

Volumen des im Gesamtsystem (Entwicklungs-  
maschine und Elektrolysegerät) befindlichen Fixierbades

$V_{\text{Fix}}$  20,8 l

zulässige Silberfracht im Spülwasser

$q_{\text{grenz}}$  50 mg/m<sup>2</sup>

### Berechnung

maximal zulässige Silberkonzentration im Fixierbad

$$c = q_{\text{grenz}}/V_V$$

1,43 g/l

Notwendige Silberabscheideleistung des Elektrolysegerätes

$$q_E = q_0 \cdot A/t - [(0,5(c-c_0) + c_0) \cdot V_R \cdot A/t] - [V_{\text{FIX}} \cdot (c-c_0)/t]$$

12 g/h