

## 19 Technologische Aspekte der Bleiche

Die Bleiche selbst wird in der Regel in einfachen Bleichtürmen durchgeführt, in denen sich das Bleichgut (wässrige Zellstoffsuspension) entweder von oben nach unten oder in umgekehrter Richtung bewegt und meistens gegenläufig vom Bleichmittel durchströmt wird.

### 19.1 Rolle der Stoffdichte

Da im System immer auch Wasser vorhanden ist, löst sich das aktive Bleichmittel zuerst im Wasser und wird dadurch verdünnt. Für die Bleichwirkung ist nun die Konzentration des Bleichmittels in der wässrigen Phase maßgebend, die bei gleicher Gesamtmenge umso höher ist, je weniger Wasser vorhanden ist. Für die chemische Wirkung ist also eine möglichst hohe Konsistenz (prozentualer Anteil an Fasermasse im wässrigen Faserbrei) anzustreben. Allerdings sind einer Erhöhung der Konsistenz Grenzen gesetzt, weil der Faserbrei umso schwieriger gehandhabt werden kann, je geringer dessen Wassergehalt ist (siehe Tabelle 19- 1). Sehr wichtig ist auch, dass die Chemikalien vor der Bleiche gleichmäßig eingemischt und verteilt werden. Dazu sind, insbesondere bei hoher Konsistenz, spezielle Mischaggregate notwendig.

Tabelle 19- 1: Technische Varianten der Bleiche

<i>Verfahrenstyp</i>	<i>Konsistenz (Menge Zellstoff in Gesamtfüllmenge)</i>	<i>Handling</i>
<i>Niedrigkonsistenz</i>	1 -6 % normale Suspension	normal verdünnbar, pumpbar
<i>Mittelkonsistenz</i>	6 - 20% dicker Faserbrei	durch Filtern aufkonzentriert; mit Spezialpumpen pumpbar
<i>Hochkonsistenz</i>	20-40% feste, krümelige Fasermasse	Herstellung durch Presseneindicker nicht pumpbar, Druckluftförderung, Förderbänder, Schraubenförderer
<i>Gasphase</i>	> 40% „trockene“ Fasermasse	Herstellung durch Presseneindicker nicht pumpbar, Druckluftförderung, Förderbänder

## **19.2 Grundoperationen des Gesamtprozesses der Bleiche**

Am Beispiel der Peroxidbleiche sieht man, dass der gesamte Bleichprozess auch noch vorbereitende und abschließende Hilfsstufen enthält in denen nicht eigentlich gebleicht wird. Folgende Einzeloperationen werden eingesetzt:

- Komplexierung: Imprägnierung mit Metall-Komplexbildnern (in Mischern oder Turmreaktoren)
- Phlegmatisierung z.B. Zusatz von Wasserglas eventuell Polyphosphaten
- Bleiche (in einfachen Bleichtürmen)
  - Entweder unter Druck oder ohne Überdruck
  - Aufsteigend (Stoff bewegt sich von unten nach oben) oder absteigend
  - Mit oder ohne Zwangsförderung
- Extraktion (NaOH-Behandlung in Extraktionstürmen)
- Wäsche (mit Trommel- oder Bandwäschern)

## **19.3 Technische Anlagen für die Bleiche**

Für die Niedrigkonsistenzbleiche werden einfache Bleichreaktoren verwendet. Dies sind, zylindrische Gefäße, die mit eventuell unter Überdruck betreiben werden. Der Stoffstrom kann von oben nach unten laufen (absteigend) oder er kann von unten nach oben gepumpt werden.

Abbildung 19-1 zeigt zwei verschiedene Typen von Bleichtürmen für Druckbetrieb. Ihre Form entspricht einer großen Gas-Stahlflasche. Bei drucklosen Bleichbehältern ( siehe Abbildung 19-2 ) können auch flache und konische Bauteile verwendet werden.

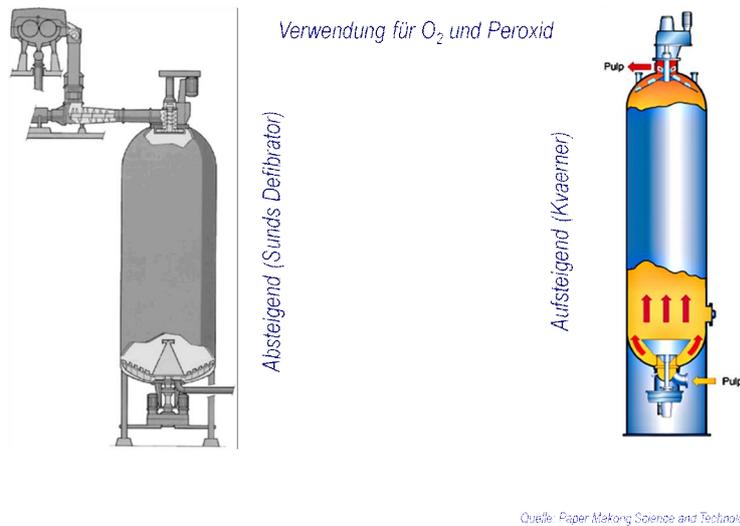


Abbildung 19-1: Beispiele von Druck- Bleichreaktoren

Baustein 19: Technologie der Bleiche

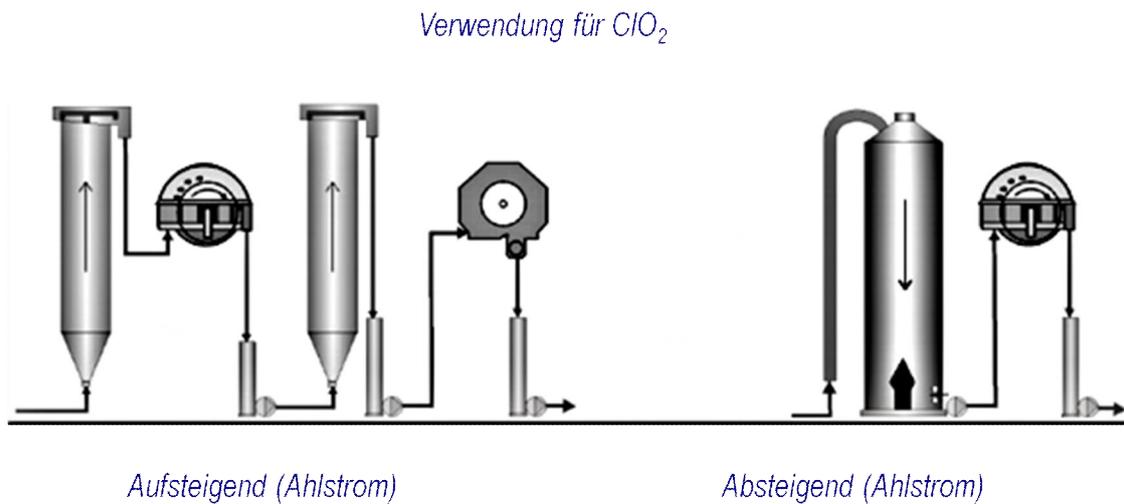
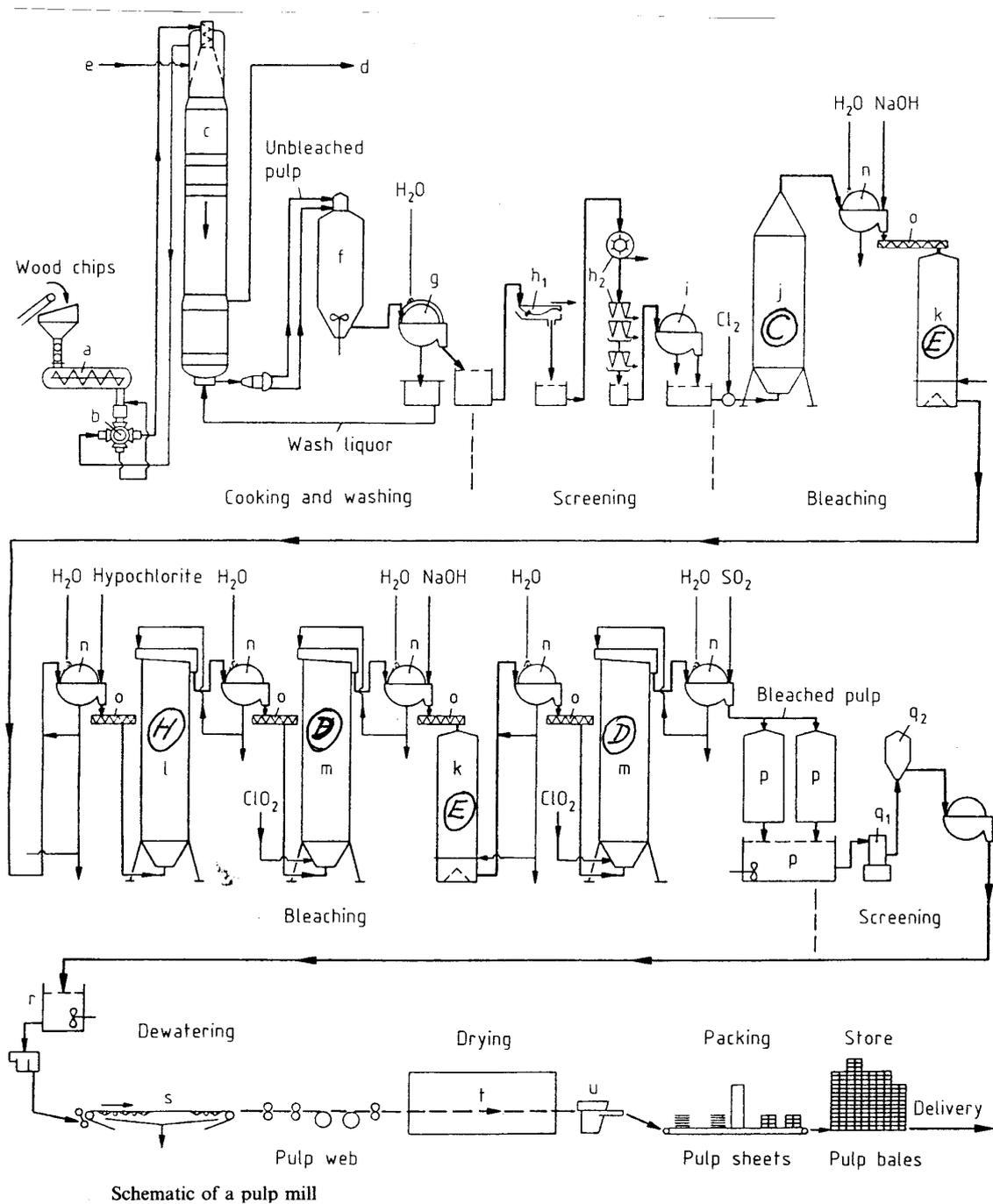


Abbildung 19-2: Beispiele von drucklosen Bleichreaktoren

Bei einer Bleichanlage wechseln Bleich- und Extraktionstürme mit Waschanlagen (Band oder Trommelwäschern) ab. Abbildung 19- 3 zeigt eine komplette Zellstoffanlage mit einer klassischen Bleichsequenz.



Baustein 19: Technologie der Bleiche

Abbildung 19- 3: Zellstoffanlage mit konventioneller Bleiche CEHDED  
 C: Kocher; j-m: Bleichtürme; n: Waschfilter

Deutlich einfacher sind in der Regel Anlagen für die Bleiche von Holzstoffen. Für den Einsatz in der Hochkonsistenzbleiche muss der Faserstoff zuerst entwässert werden. Abbildung 19- 4 zeigt eine zweistufige Anlage für die Holzstoffbleiche.

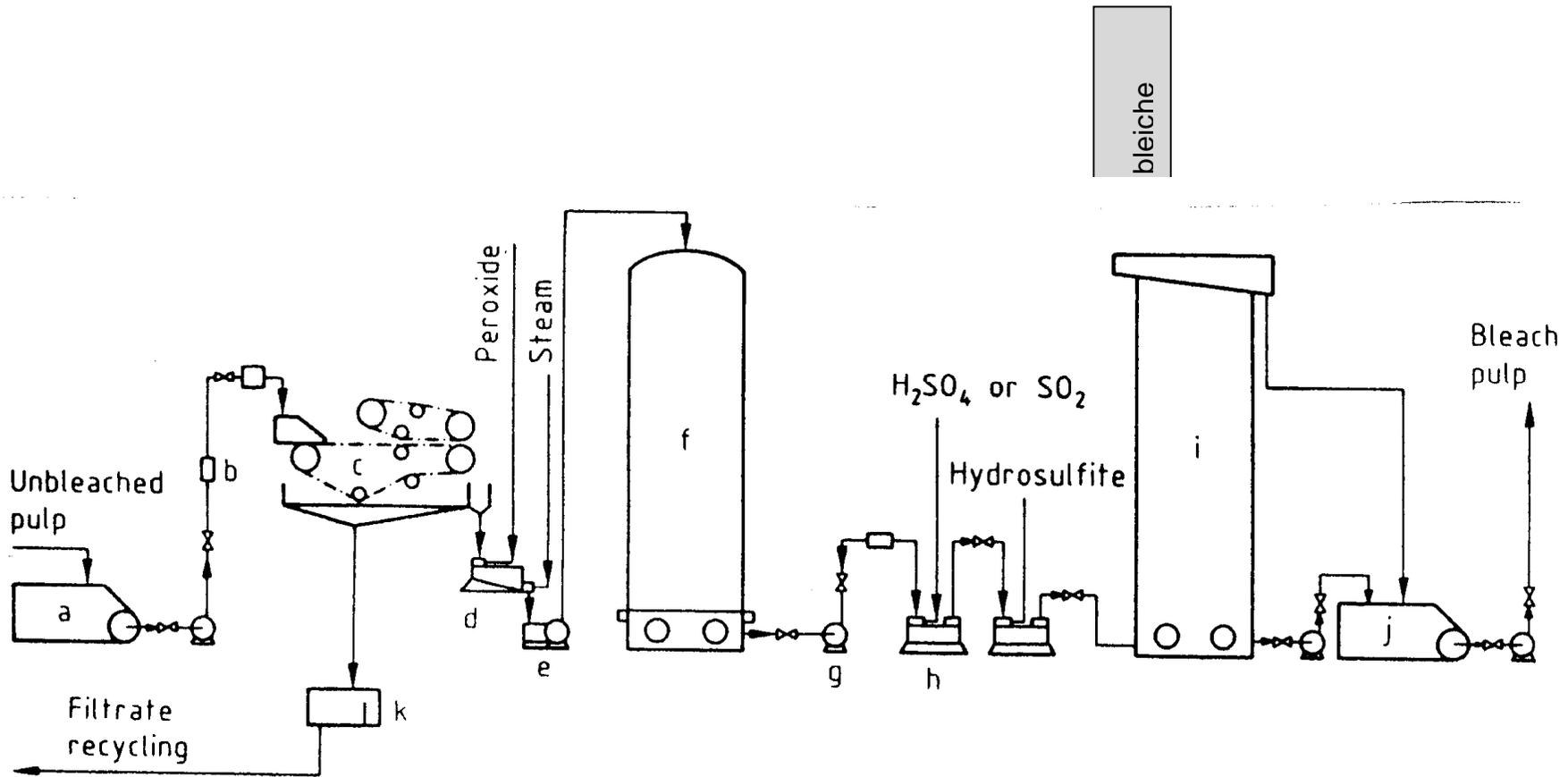


Abbildung 19- 4: Zweistufenbleiche für Holzstoff Peroxid/Sulfit  
f: Hochkonsistenz Turm für Peroxid; i: Mittelkonsistenzturm für Sulfit

#### 19.4 Wirkung von Bleichsequenzen und Mehrstufen

Zellstoff ist ein kapriziöses Material, man muss ihn sehr vorsichtig behandeln, will man ihn nicht zugrunde richten. Schon der Aufschluss kann nicht bis zur vollständigen Entfernung des Lignins geführt werden und man nimmt immer einige Prozent Restlignin in Kauf, damit die feste Struktur der Faserwand möglichst geschont wird und die Faserfestigkeit erhalten bleibt. Die am schwierigsten abbaubaren Domänen des Lignins (am dichtesten vernetzt und am wenigsten polar) bleiben im Restlignin.

Um noch einen Teil dieses hartnäckigen Lignins zu entfernen, muss man die aromatischen Ringe aufbrechen (Phenoxidation). Dies geht aber auch mit aggressiven Oxidationsmitteln nur langsam, weil die aktiven Radikale schlecht in die dicht vernetzten Strukturen eindiffundieren können. Die Abbauprodukte und verbrauchten Reagenzien behindern den Angriff von frischen Chemikalien. Daher muss man immer wieder die Reaktionsprodukte entfernen und dann von neuem mit der Bleiche beginnen.

Dabei darf ein Schritt nicht zu lange dauern, weil sonst die unerwünschten Schädigungsreaktionen an der Cellulose überhand nehmen. Eine Chemikalienbehandlung macht überhaupt nur Sinn, wenn die erwünschte Reaktion schneller verläuft, als die unerwünschten Nebenreaktionen. Beim Bleichen ist es so, dass die Bleichreaktion immer langsamer wird, während sich die Schädigung beschleunigt. Nach einer bestimmten Zeit überwiegt der Qualitätsverlust und man muss die Reaktion abbrechen.

Nach gründlicher Entfernung der Reaktionsprodukte und Wäsche kann man dann von einem höheren Niveau (weniger Lignin, höhere Weiße) aus wieder Bleichen. So erreicht man, wie in Abbildung 19-5 veranschaulicht, schließlich in mehreren Stufen das erwünschte Qualitätsniveau

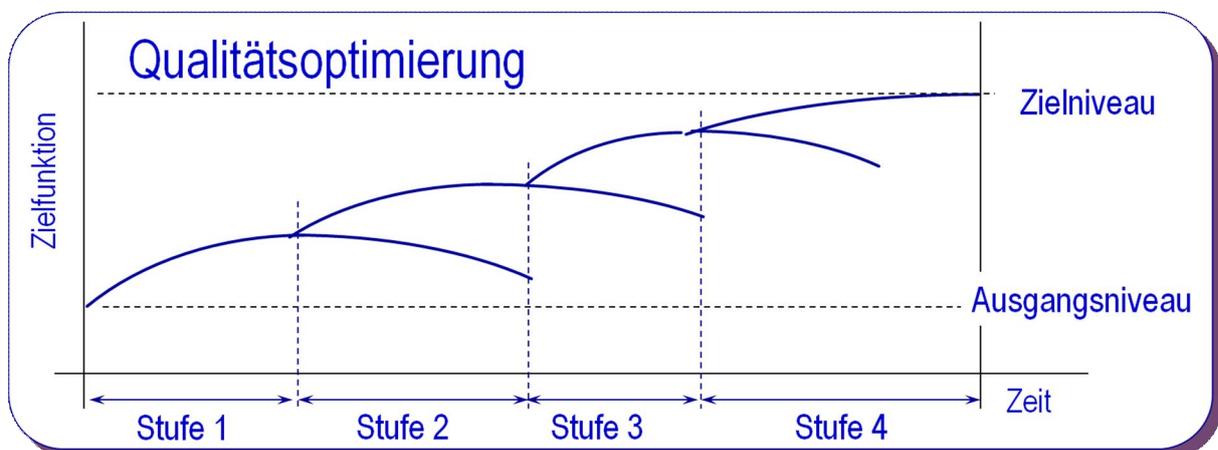


Abbildung 19-5: Stufenweise Verbesserung der Qualität (Erhöhung der Weiße durch Ligninentfernung)

In der Praxis wird man nicht abwarten, bis jeweils das Maximum ganz erreicht ist, sondern um Zeit zu gewinnen etwas früher die Stufe wechseln (siehe Abbildung 19-6).

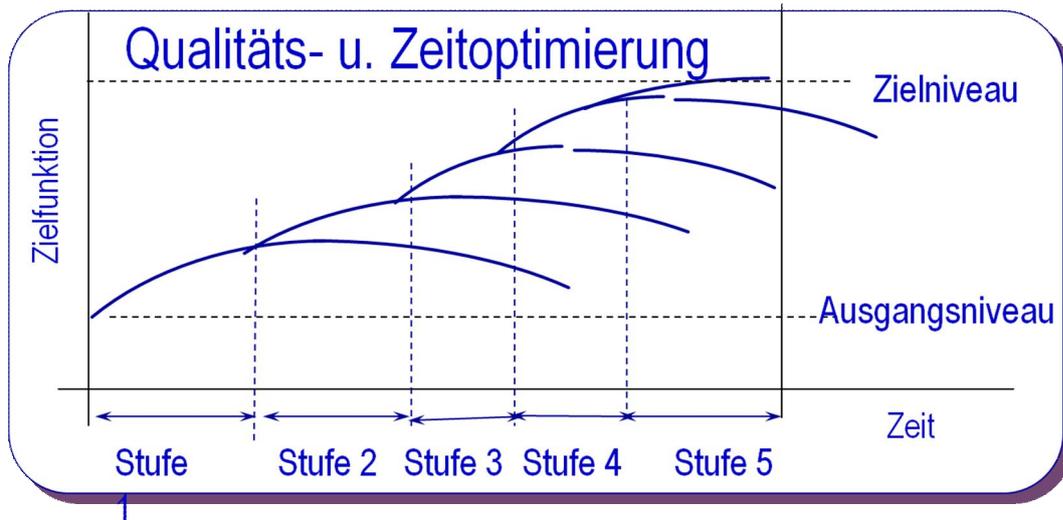


Abbildung 19-6: Verkürzte Optimierungssequenz

Bei Holzstoffen, bei denen ja noch das ganze relativ leicht angreifbare wenig modifizierte Naturlignin vorhanden ist, hat sich als besonders günstig herausgestellt, wenn man eine oxidative und eine reduzierende Behandlung anwendet. Die Oxidation entspricht einer Entfernung der leicht angreifbaren Domänen des Lignins. Wenn man diese Stufe verlängert oder mehr Chemikalien einsetzt, kann man nur mehr eine geringe Verbesserung erzielen. Mit einem Reduktionsmittel erreicht man jedoch auf Anhieb eine nennenswerte Verbesserung durch die Bleiche der Chromophoren (Abbildung 19-7).

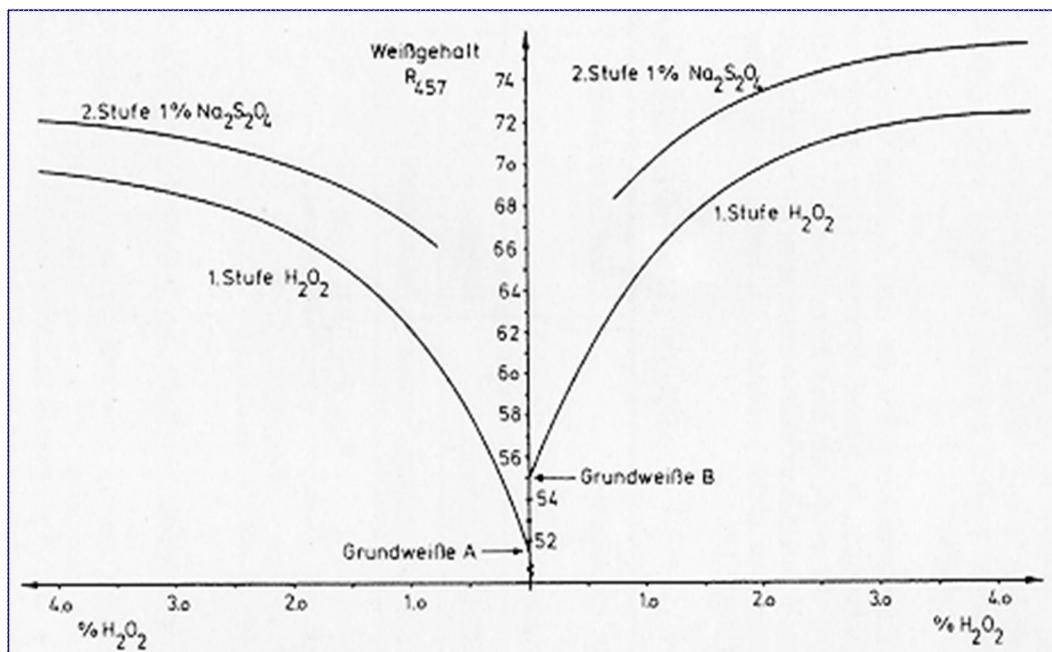


Abbildung 19-7: Ergebnisse einer 2-Stufen-Holzstoffbleiche