

**Zeitschrift:** Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme  
**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung für Landesplanung  
**Band:** 28 (1971)  
**Heft:** 4  
  
**Artikel:** Das Schliessen der Wasserkreisläufe in der Papierindustrie  
**Autor:** Ulrich, J.C.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-782588>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

wobei es der kantonalen Gesetzgebung überlassen wird, weitere Nutzungsgebiete vorzusehen.

Die Landschaftsplanung, als Teil der Gesamttrichtplanung, soll also den Kantonen durch das Raumplanungsgesetz zur Pflicht erhoben werden, was eine Tatsache von grosser Bedeutung darstellt.

Zu begrüssen wären hierbei allerdings noch einige Formulierungsänderungen. So sollte bei der Gliederung der Gesamttrichtpläne statt der Vierteilung (Kombination Landschaft und Besiedlung), die bereits bewährte Fünfteilung verwendet werden, d.h. es wäre in Teilrichtpläne der Landschaft, der Besiedlung, des Verkehrs, der Versorgung, der öffentlichen Bauten und Anlagen zu gliedern. Das läge im Sinne einer angemesseneren Bewertung und überliesse die formale Kombination einzelner Teilpläne, die schliesslich alle voneinander abhängig sind, der jeweiligen praktischen Situation.

Zu empfehlen wäre ausserdem eine Neudefinition der Erholungs- und Schutzgebiete unter Wahrung einer klaren Trennung dieser Kategorien, denn beide sind nach jeweils verschiedenen Kriterien auszuscheiden. Mögliche Funktionsüberlagerungen — z.B. mit Landwirtschafts- und Waldgebieten — verstehen sich dabei von selbst, wobei konfliktfreie Mehrfachnutzungen von Gebieten im Einzelfall durch planerische Massnahmen zu regeln sind. Schliesslich bliebe zu empfehlen, dass in den kantonalen Richtplänen auch Abbaugelände für Kies, Sand, Stein usw. als zeitlich begrenzte Nutzungsgebiete mit Angabe der späteren Zweckbestimmung und Gestaltung auszuscheiden wären, da nur so die heute übliche «Streubauweise» zu verhindern sein dürfte.

#### Landschaftsplanung als Teil der Nutzungsplanung

Zur Durchführung der kantonalen Gesamttrichtpläne sieht das Raumplanungsgesetz *Nutzungspläne* (Nutzung einschliesslich Gestaltung) mit dazugehörigen Vorschriften vor, die von den jeweils nach kantonalem Recht zuständigen Stellen zu bearbeiten wären. Nutzungspläne sind nach der Genehmigung durch die kantonalen Behörden unmittelbar verbindlich mit eigentumsbeschränkender Wirkung.

Zweck und Inhalt der Nutzungspläne sind im Gesetzesentwurf nur allgemein umschrieben. Auch die Bereiche der Landschaftsplanung sind daher nicht speziell erwähnt. Hinzuweisen ist hier aber nochmals auf die bereits genannten Richtlinien [5] sowie auf eine ORL-Studie [6], die darzustellen versucht, wie die Landschaftsplanung in die Orts- und Regionalplanung integriert ist und welchen Inhalt sie haben sollte. Abschliessend lässt sich sagen, dass der Entwurf des Raumplanungsgesetzes eine — an der verfassungsrechtlichen Realität orientierte — formale

Konzeption der Raumplanung vorsieht, die, bei Ausnutzung aller gegebenen Möglichkeiten, auch den Zielen der Landschaftsplanung dient.

#### Literatur

- [1] Expertenkommission für die Ausführungsgesetzgebung zu den Bodenrechtsartikeln, Bundesgesetz über die Raumplanung, Entwurf, 1970.
- [2] M. Rotach, C. Hidber, H. Ringli, Landesplanerische Leitbilder der Schweiz — Erster Zwischenbericht — Zielsetzungen und Konflikte, Schriftenreihe zur Orts-, Regional- und Landesplanung, Nr. 2, ORL-Institut ETH, Zürich 1969.
- [3] H. Ringli, B. Bürcher, Landesplanerische Leitbilder der Schweiz — Zweiter Zwischenbericht — Beispiele räumlicher Konzepte, Schriftenreihe zur Orts-, Regional- und Landesplanung, Nr. 6, ORL-Institut ETH, Zürich 1970.
- [4] Arbeitsgruppe des Bundes für die Raumplanung, Raumplanung Schweiz — Aufgaben der Raumplanung und Raumplanungsorganisation des Bundes, Hauptbericht, 1970.
- [5] ORL-Institut ETH, Richtlinien zur Orts-, Regional- und Landesplanung, fortlaufend erscheinende Blätter, ORL-Institut ETH, Zürich.
- [6] B. Schubert, C. Hug, J. Jacsman, R. Schilter, C. Stern, E. Winkler, Landschaftsplanung, Sondernummer der Informationen zur Orts-, Regional- und Landesplanung, ORL-Institut ETH, Zürich 1970.

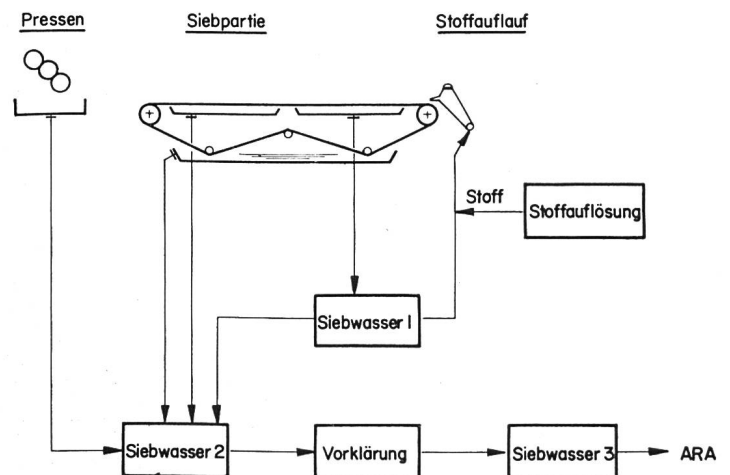
## Das Schliessen der Wasserkreisläufe in der Papierindustrie

Dr. J. C. Ulrich, Papierfabrik Biberist

628.175:677 f o.1

Die Papierindustrie gehört zu den Grosswasserverbrauchern, die nicht nur viel Wasser benötigen, sondern auch an seine Sauberkeit hohe Anforderungen stellen. Schon die Standorte der mittelalterlichen Papiermühlen — an der Birs, der Lorze und der Limmat — lassen uns dieses Erfordernis klar erkennen. Während sich aber der alte Papiermacher höchstens in Zeiten extremer Trockenheit mit Wassersorgen befasst haben dürfte, sind für seinen Berufskollegen unserer Zeit das Wasser und das Abwasser zu Problemen und zu Kostenfaktoren geworden. Es ist darum verständlich, dass die interne Wiederverwendung von Wasser schon seit etwa 50 Jahren in der Papierindustrie aus bescheidenen Anfängen heraus immer mehr an Bedeutung gewonnen hat und heute speziell für die Abwasserreinigung von besonderer Bedeutung ist. Diese innerbetriebliche Wiederverwendung senkt den spezifischen Wasserverbrauch, d.h. die Wassermenge, die für ein Kilo Papier benötigt wird.

#### Wasserkreislauf einer Papiermaschine (vereinfacht)



Der grosse Wasserverbrauch der Papiermaschine ist durch die hohe Verdünnung der Faserstoffsuspension gegeben, die sich aus dem Stoffauflauf auf das endlose Sieb ergiesst. Diese Suspension, vom Papiermacher Stoff genannt, hat Feststoffgehalte, die je nach Papiersorte zwischen 0,4 % und 1,5 % liegen. Höhere Feststoffgehalte können auf dem Sieb nicht zu einem gleichmässigen feinverfilzten Blatt geformt werden, weil sich die Fasern zusammenballen und gegenseitig stören. Betrachten wir nun den vereinfachten Wasserkreislauf einer Papiermaschine anhand des Schemas.

In der Stoffauflösung werden die Faserrohstoffe, die Füllstoffe und die übrigen Zusätze in Wasser suspendiert und als breiartige Masse mit einem Feststoffgehalt zwischen 3 % und 5 % gemahlen und der Papiermaschine zugeführt. Vor der Papiermaschine wird dieser Stoff auf 0,4 % bis 1,5 % verdünnt. Anschliessend folgt eine Reinigung, die meistens aus Hydrocyclonen und Lochsieben besteht. Die Spuckstoffe dieser Reinigung, d. h. die Uneinheiten, werden in das Abwasser weggeleitet. Der gereinigte Stoff wird nun durch den Stoffauflauf gleichmässig über die Siebbreite, die bis zu 8 Metern betragen kann, verteilt und

durch das Sieb entwässert. Die ersten Filtrate, die grosse Mengen an Faser- und Füllstoffen enthalten, nennt man das Siebwasser 1. Es wird grösstenteils zur Wiederverdünnung des Stoffs aus der Stoffauflösung verwendet. Die folgenden Filtrate, hauptsächlich diejenigen der Flachsaufer und der Siebsaugwalze, sind weniger feststoffhaltig. Sie werden mit dem Ueberschuss des Siebwassers 1 gesammelt und als Siebwasser 2 bezeichnet. Bei grossen Maschinen kommen hier noch die Pressenwässer dazu, die infolge ihres Gehalts an Filzfaser Schwierigkeiten bereiten können. Das zurücklaufende Sieb wird durch mehrere Spritzrohre gereinigt, die pro Meter Breite 100 bis 200 Liter pro Minute verbrauchen. Der Feststoffgehalt der Papierbahn hat durch die Filtration auf dem Sieb von durchschnittlich 1 % auf 20 % zugenommen. In den Pressen wird der Trockengehalt auf 40 % erhöht. Der Rest des Wassers kann ohne Beschädigung der Papierbahn nicht mehr mechanisch entfernt werden, sondern muss durch Verdampfung in der Trockenpartie beseitigt werden.

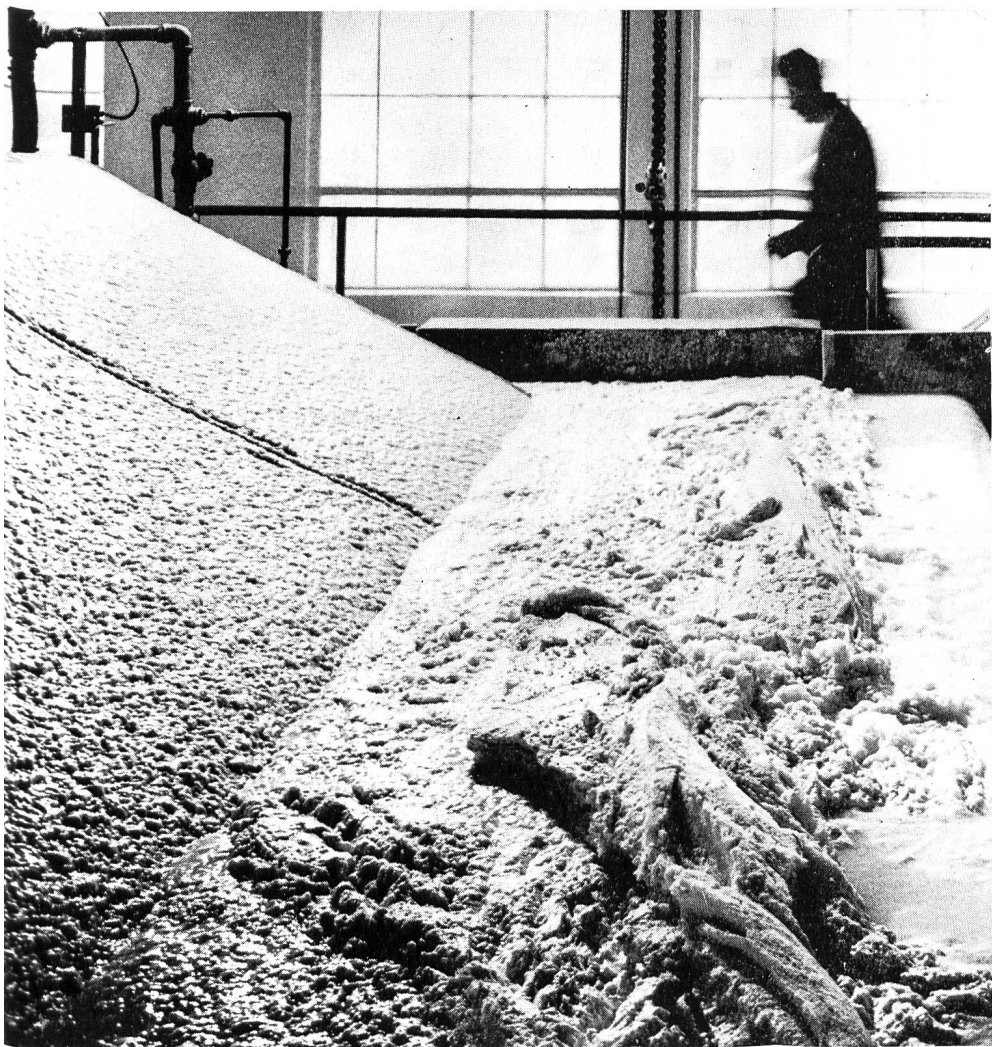
Das Siebwasser 1 wurde sicher schon sehr frühzeitig zur Wiederverdünnung eingesetzt, weil der Siebdurchfall bis 50 % der eingesetzten Füllstoffe betra-

gen kann und die Faserfeinstoffe wieder zurückgeführt werden müssen. Dagegen begnügte man sich beim Siebwasser 2 bis in die zwanziger Jahre mit einer Grobfiltrierung und einer allfälligen Wiederverwendung beim Stoffeintrag. Für die wasserfressenden Spritzrohre wurde früher nur Frischwasser verwendet. Aus diesen Gründen ergaben sich spezifische Wasserverbräuche von mehreren hundert Litern pro Kilo fertiges Papier. Immerhin ist unseren Vorfahren zugute zu halten, dass ihre Betriebe klein waren und die vielen kleinen Fabrikationen, die pro Papiersorte oft weit unter einer Tonne lagen, die Wiederverwendung des Rückwassers beim Eintrag oft verunmöglichten.

In den zwanziger Jahren ging man an die Reinigung des Siebwassers 2. Fabriken mit einigermaßen einheitlichem Programm stellten Trichter- oder Kratzstofffänger auf, um die Feststoffe zurückzugewinnen und sie beim Eintrag wiederzuverwenden. Für die Betriebe mit stark wechselndem Sortenprogramm kamen die Flotationsstofffänger in Gebrauch, die infolge ihres wesentlich kleineren Volumens eine erforderliche Umstellung in kürzerer Zeit bewältigen konnten. In diesen Flotationsstofffängern wurde das Siebwasser 2 mit Flockungschemikalien und feinblasiger Luft versetzt und damit die Feststoffe zum Aufschwimmen gebracht. Diese Apparate vom Typ Adka oder Sveen-Pedersen sind noch in vielen Papierfabriken in Gebrauch und arbeiten oft sehr gut, weil man heute über wesentlich bessere Flockungschemikalien verfügt, als dies zu Zeiten des alleinseigmachenden Tierleims der Fall war. Nachteilig ist aber immer noch der hohe Luftgehalt des Dickstoffs, der auf modernen schnellen Papiermaschinen zu Schwierigkeiten führen kann. Dieser Dickstoff wird entweder in die Maschinenbütte oder vor der Stoffreinigung wieder eingesetzt. Das Klarwasser dieser Vorklärung bezeichnet man mit Siebwasser 3. Es wird normalerweise zum Stoffeintrag benützt, sofern nicht die Farbe oder andere Zusätze dies verbieten. Der Mehranfall muss, vereinigt mit den Spuckstoffen und anderen Abläufen, der betriebseigenen oder öffentlichen Restabwasserklärung übergeben werden.

#### Weniger Wasserverbrauch durch Kreislaufschluss

Es gibt nur eine Papiersorte, die heute ohne jeden Restabwasseranfall auskommt und die alle eingesetzten Wasser so wiederverwenden kann, dass nur



Wacofilter. Links Sieb mit Hilfsschicht

das in der Trockenpartie verdampfte Wasser dem Kreislauf zugeführt werden muss. Es handelt sich um das Papier, das für hygienische Artikel wie Nesttücher, Windeln und ähnliche textilartige Waren gefertigt wird. Diese Papierstoffe enthalten weder Faserfeinstoffe noch Füllstoffe und ergeben ein praktisch reines Siebwasser 1 und 2, das beliebig wiederverwendet werden kann. Von dieser Ausnahme abgesehen, können alle andern Betriebe ihre Wasserbilanz nur dann verbessern, wenn es ihnen gelingt, durch Schliessen der Kreisläufe weniger Frischwasser einzusetzen. Die Massnahmen, die dazu getroffen werden müssen, sind folgende:

1. Vereinheitlichung des Sortenprogramms
2. Bessere Retention auf dem Sieb
3. Reinigung des Siebwassers 2, damit es für die Spritzrohre und den Eintrag verwendet werden kann.
4. Ersatz von Wasserringpumpen durch Gebläse.
5. Einsatz von Schleimverhütungsmitteln.

#### Das Sortenprogramm

Ein uneinheitliches Sortenprogramm auf einer Papiermaschine, bei dem sich holzfreie und holzhaltige, farbige und weisse und hochweisse Papiere folgen, verbietet jede Schliessung des Wasserkreislaufs. Die aus der Vorklärung in einer zeitlichen Verzögerung zurückkehrenden Wasser können infolge ihrer Farbe oder ihres Gehalts an Füll- und Leimstoffen nicht mehr für den Eintrag des nachfolgenden Papiers benützt werden. Dasselbe gilt für die Dickstoffe der Vorklärung. Aus diesem Grunde muss ein Fabrikationsprogramm so zusammengestellt werden, dass das Abwasser des vorausgehenden Papiers immer für das nachfolgende verwendet werden kann. Das ist leichter gesagt

als getan. Auf dem Schweizer Markt geniessen eigentlich nur die Maschinen für Zeitungsdruck den Vorteil der fast gleichbleibenden Papiersorte. Die andern stellen wöchentliche Sortenfolgen zusammen und bemühen sich, dem Ideal möglichst nahe zu kommen. Dieses ist auch bei guter Auftragslage eher möglich, als wenn die Papierfabrik sehr kurzfristig disponieren muss. Der von Aussenseitern immer wieder geforderte Sortenaustausch zwischen den schweizerischen Papierherstellern müsste weiter gefördert werden. Er wird oft verunmöglicht, weil die Papierformate nicht auf jeder Papiermaschine rationell gefertigt werden können und weil jede Papierfabrik zu ihren Papiersorten gewisse Qualitätsmerkmale hat, auf die sich der Kunde eingestellt hat.

#### Bessere Retention auf dem Sieb

entlastet die Siebwasserkreisläufe von Feststoffen, erhöht die Stoffausbeute und erleichtert die Wiederverwendung dieser Wasser. Da sich die Faserfüllstoffsuspension während der Bearbeitung in der Mahlung negativ auflädt, kann durch Zusätze von kationischen Flockungsmitteln vor dem Stoffauflauf geflockt und damit die Retention wesentlich verbessert werden. Es ist auf diese Weise möglich, bis zu 50 % an Füllstoffen einzusparen. Die Nachteile dieses Verfahrens ergeben sich aus einer erhöhten Zweiseitigkeit des Papiers. Die geflockten Füll- und Faserfeinstoffe reichern sich vorzugsweise auf der Oberseite des sich bildenden Papierblattes an und verschlechtern damit die Rupffestigkeit desselben. Ein zweiter Nachteil ist die Unverträglichkeit mit den anionischen optischen Aufhellern. Diese werden von den kationischen Retentionsmitteln ausgefällt und damit unwirksam. Es hängt von den jeweiligen örtlichen Bedingungen ab, wie

weit diese hochinteressanten Hilfsmittel eingesetzt werden können.

#### Reinigung Siebwasser 2

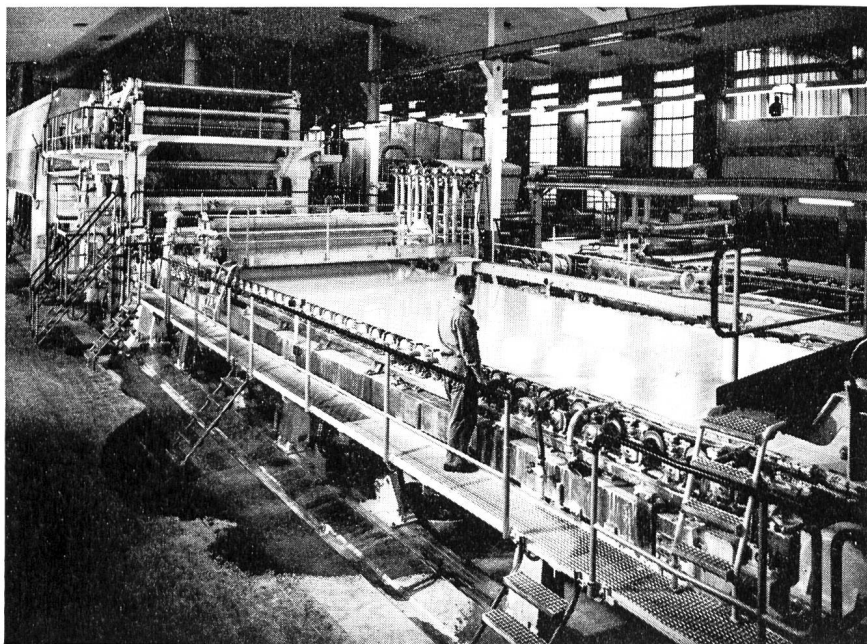
Den wesentlichsten Beitrag zur Kreislaufschliessung leistet eine einwandfreie Siebwasser 2-Reinigung. Wenn dieses Wasser sicher von Faserstoffen und groben Füllstoffen befreit werden kann, ist seine Verwendung zur Speisung der Spritzrohre für die Siebreinigung möglich. Zudem vermehrt ein entstofftes Siebwasser seine Einsatzmöglichkeiten im Stoffeintrag. Die oben erwähnten Flotations- und Trichterstofffänger sind für diese Aufgabe zu wenig sicher. Die Flockung, die sowohl für die Flotation als auch für die Sedimentation notwendig ist, lässt sich bei einem wechselnden Sortenprogramm nicht so sicher führen, es sei denn, man verfüge in Zukunft einmal über kontinuierliche Zeta-Potentialmesser. Die Gefahr, dass Fasern die feinen Düsen der Spritzrohre verstopfen, ist zu gross, und schon manches Papiermaschinensieb hat wegen mangelhafter Reinigung sein teures Leben vorzeitig aufgeben müssen. Wesentlich sicherer sind die mechanischen Filter, die mit einer Hilfsschicht arbeiten. Für kleine Einheiten hat sich das Waco-Filter bewährt. Für grosse Maschinen setzt man die Scheibenfilter ein. In beiden Maschinen kann man einen Teil des Büttensloffs zuerst als Hilfsfilterschicht benutzen und anschliessend zusammen mit dem Fangstoff in die Maschinenbütte zurückgeben. Wesentlich ist dabei nicht in erster Linie, dass das Filtrat sehr feststoffarm ist, sondern dass es keine Fasern mehr enthält. Auch diese Filtration kann mit Flockungsmitteln wirksam verbessert werden. Zur Wiederverwendung des Siebwassers 2 haben nicht zuletzt auch die Hersteller der Spritzdüsen beigetragen, die «verstopfungssichere» Düsen entwickelt haben.

#### Weitere Wasserverbraucher

sind die Wasserringpumpen, die zur Erzeugung des Vakuums für die Siebsaugwalze, die Pressfilzreinigung und gelegentlich für die Flachsauger benötigt werden. Seit einigen Jahren werden alle grösseren Maschinen mit Gebläsen ausgerüstet, die nur noch Kühlwasser konsumieren.

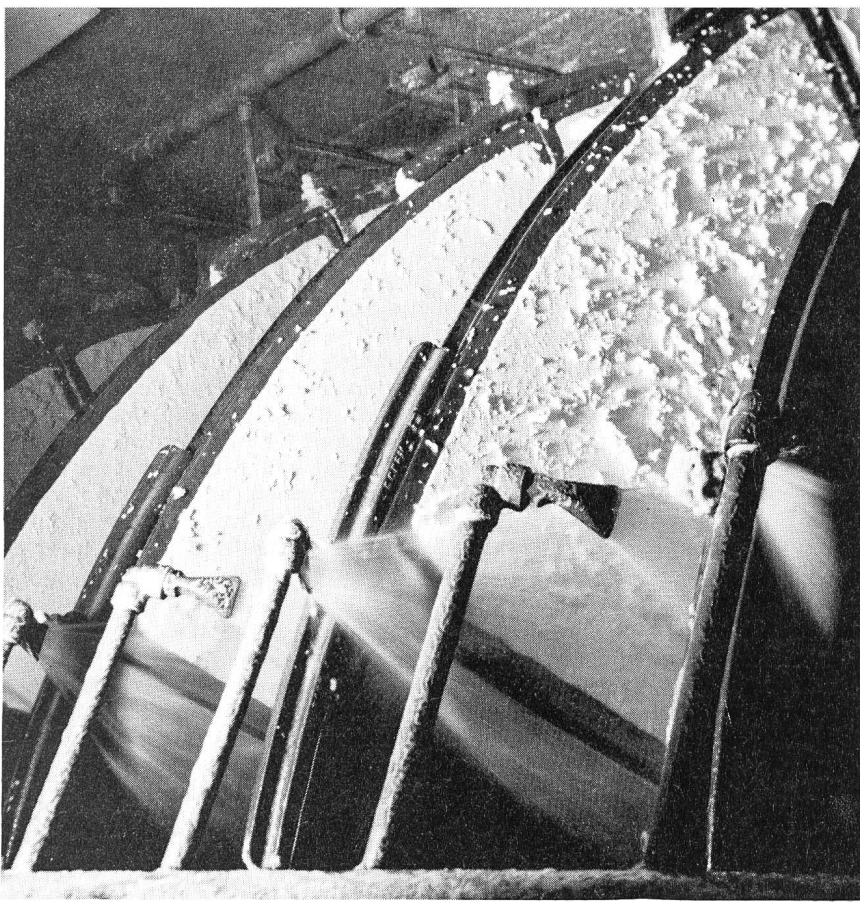
#### Verschleimung und Verschmutzung

Als letzter Punkt einer erfolgreichen Kreislaufschliessung muss aber noch die Verschleimung und Verschmutzung des Systems genannt werden. Die Anreicherung von Holzextraktstoffen, Stärke und anderen Zusätzen und die Erhöhung der Temperaturen in den Bereich über 25 ° fördert das Bakterien- und



Papiermaschine (Siebpartie)





*Scheibenfilter: Der Filterkuchen wird abgespritzt*

Pilzwachstum. Schleimige Beläge in den Rohren, die sich zeitweise ablösen, führen zu Flecken im Papier und zu Abbrissen in der Papiermaschine. Ausgenommen von dieser Plage sind eigentlich nur die Zeitungsdruckfabriken mit ihren integrierten Holzschleifereien. Ihre Kreislauftemperaturen liegen bei 40 ° und sind darum zu hoch, um ein blühendes Mikroorganismenleben zu ermöglichen. Alle andern müssen mit geeigneten Bakteriziden und Schleimbekämpfungsmitteln das Wachstum bekämpfen. In der Schweiz werden meines Wissens keine Quecksilberverbindungen eingesetzt, die nun in Skandinavien ein ernsthaftes Problem der Umweltvergiftung darstellen. Es ist sehr schwierig, in der Fabrik mit solchen Substanzen zu arbeiten, ohne dass die nachgeschaltete biologische Abwasserreinigung ebenfalls in Mitleidenschaft gezogen wird. Dies gilt besonders für die radikalen Sonntagsreinigungen. Aus Untersuchungen von Prof. W. Brecht und Dr. Zippel in Darmstadt, die an verschiedenen Illustrationsdruckpapiermaschinen durchgeführt wurden, geht hervor, dass die spezifischen Frischwasserverbräuche bei denjenigen Papiermaschinen am höchsten sind, bei denen ausschliesslich mit

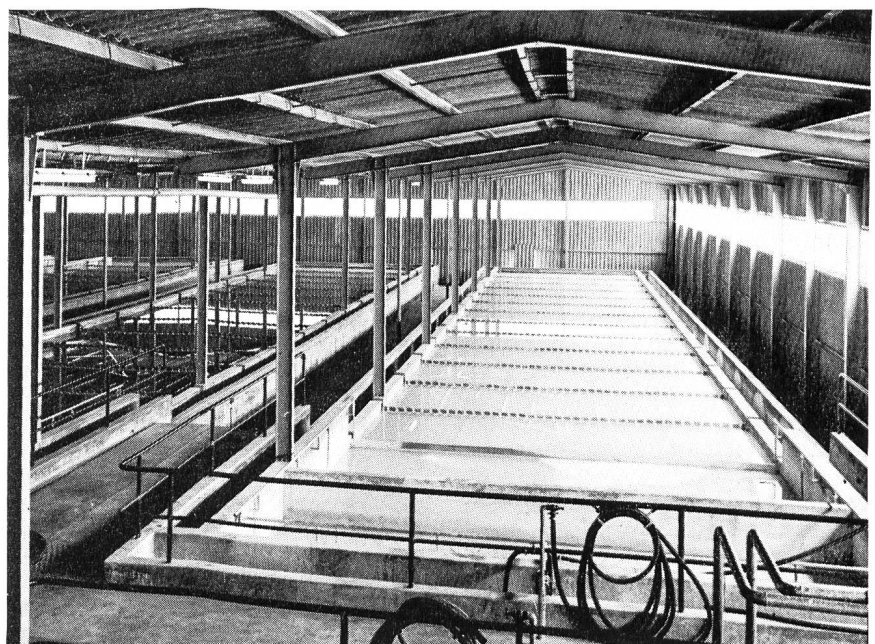
Frischwasser gespritzt wird. Sie variieren zwischen 81 l/kg und 88 l/kg. Durch teilweise Verwendung von geklärtem Abwasser konnte der Wasserverbrauch auf Werte zwischen 57 l/kg und 41 l/kg gesenkt werden. Der kleinste spezifische Wasserverbrauch wurde bei dieser Papiersorte an zwei Anlagen mit 31 l/kg gemessen. Bei diesen verwendet man ausschliesslich geklärtes Abwasser und führt auch die Kühlwässer teilweise zurück.

Bei der Annahme, dass die erwähnten Papiermaschinen 100 t pro Tag fabrizieren, stellt sich der Frischwasserbedarf beim höchsten spezifischen Verbrauch von 82 l/kg auf 8800 m<sup>3</sup> pro Tag gegenüber dem niedrigsten Frischwasserverbrauch von 3100 m<sup>3</sup> pro Tag.

#### **Die Vorteile der Kreislaufschiessung**

können nicht überschätzt werden und fallen heute um so mehr ins Gewicht, als das Abwasser in eigenen oder öffentlichen Kläranlagen gereinigt werden muss. Erfahrungsgemäss ist dabei die hohe Feststoffbelastung das grösste Problem. Diese Feststoffbelastung braucht bei geschlossenen Kreisläufen nicht höher zu sein als bei offenen, dagegen enthält das Abwasser wesentlich mehr gelöste Bestandteile, welche die Flockung beeinflussen können. Oft gelingt eine Flockung erst, wenn Stoffe, die als Schutzkolloide wirken, in der Biologie abgebaut worden sind. Man muss also damit rechnen, dass die Vorklärungen mit solchen Abwässern schlecht arbeiten und eine chemische Nachflockung notwendig wird. Charakteristisch ist auch der hohe Permanganatverbrauch, der in keiner Relation zum BSB<sub>5</sub> steht. Ob diese Abwasser separat oder gemeinsam mit häuslichem Abwasser gereinigt werden sollen, ist eine Frage, die nicht generell entschieden werden kann, abgesehen davon, dass eine teilweise Rückführung des mechanisch-biologisch-chemisch gereinigten Abwassers für verschiedene Zwecke durchaus möglich ist. Eine Grenze ist bei einer guten Reinigung nur durch die interne Versalzung gesetzt.

Die Schliessung der Wasserkreisläufe der Papierindustrie ist heute eine Notwendigkeit, die so weit getrieben werden muss, als es sich wirtschaftlich und technologisch verantworten lässt.



*Mechanisch-biologische Kläranlage einer Papierfabrik*