



## Diplomarbeit

# Wasserbilanz des Papier- und Zellstoffproduktionsstandortes Kematen

erstellt für

NEUSIEDLER AG

**Vorgelegt von:**

Martin Leber  
9835015

**Betreuer/Gutachter:**

DI Markus Schinerl  
O.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.mont. Werner L. Kepplinger

Leoben, 12.10.2004

## **EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG**

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.

## **DANKSAGUNG**

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Diplomarbeit maßgeblich unterstützt haben.

Für die Betreuung am Institut und die anschließende Korrektur der Arbeit möchte ich mich bei Herrn Professor Kepplinger recht herzlich bedanken.

Natürlich möchte ich mich auch bei meinem Betreuer bei der Neusiedler AG Herrn DI Markus Schinerl, sowie den Herrn Rudolf Beyrer, Max Mille und Johann Dober für die ausgezeichnete Zusammenarbeit bedanken.

Am Ende dieser Liste möchte ich noch meiner Familie, insbesondere aber meinen Eltern, danken, die es mir ermöglicht haben ein Studium abzuschließen.

## KURZFASSUNG

### WASSERBILANZ DES PAPIER- UND ZELLSTOFFPRODUKTIONSSTANDORTES KEMATEN

Die Aufgabe dieser Diplomarbeit war die Erstellung einer Wasserbilanz des Papier- und Zellstoffproduktionsstandortes Kematen der Neusiedler Ybbstal AG.

Dabei sollten alle Wasserinput- und Outputströme des Werks erfasst und ausgewertet werden. Weiters sollte die Kühlwassersituation quantitativ und rechtlich untersucht und dokumentiert werden. Eine weitere Aufgabenstellung war die Auffindung von Einsparungs- und Verbesserungspotentialen für den Wasserhaushalt des Standortes.

Um diese Arbeit durchführen zu können, war es notwendig, alle Wasserströme ausfindig zu machen und diese zu dokumentieren. Dies wurde mittels fix installierten induktiven Durchflussmessern und einem mobilen Ultraschalldurchflussmessgerät bewerkstelligt.

Um eine bessere Übersicht zu gewährleisten, wurde das gesamte Bilanzgebiet in 4 Unterbilanzräume unterteilt.

Die Ergebnisse wurden dann in Tabellenform ausgewertet und in weiterer Folge durch Sankey Diagramme dargestellt.

In der abschließenden Bewertung konnte festgestellt werden, dass vor allem in der Zellstofffabrik Möglichkeiten zur weiteren Reduktion des Wasserhaushaltes vorhanden sind. Dazu wurden einige Maßnahmen zur Verbesserung vorgeschlagen, wie zum Beispiel die Wasserrückführung beim Chemiewäscher 2 und den Filtern 2 und 3 oder die Nutzung des Warmwasserüberlaufs der Bleichekühlung.

## **ABSTRACT**

### **Water balance of the paper and pulp production plant Kematen**

The task of this master's thesis was the evaluation of the water balance of the Kematen paper and pulp production plant, owned by Neusiedler Ybbstal AG.

In this case, all the water input and output flows of the factory had to be registered and evaluated. Moreover, the cooling water situation had to be examined quantitatively and subsequently documented.

A further task was the retrieval of saving and improvement potentials for the water balance of the site.

In order to carry out this job, it was necessary to identify all the water flows and to document these. This was managed by the use of installed inductive flow meters and a mobile ultrasonic measuring instrument.

In order to guarantee a better survey, the entire balance room was divided into 4 sub-balance rooms.

The results were evaluated in tabular form and illustrated in Sankey diagrams.

During the final evaluation it was found that, above all in the pulp mill, further potentials for the reduction of the water consumption are present.

Some measures for improvement were proposed afterwards, such as the water circulation at the chemistry washer and at the filters 2 and 3, or the use of the hot water overflow of the heat exchanging system of the bleaching plant.

## Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>8</b>
1.1 Allgemeines über die Neusiedler Ybbstal AG (Stand Ende 2003).....	8
1.2 Allgemeines über die Papierproduktion .....	9
1.3 Bedeutung des Wassers in der Papierproduktion .....	10
1.4 Vergleich Kematen mit BAT-Dokument.....	10
1.4.1 Das BAT-Dokument.....	10
1.4.2 BAT für die Zellstoffproduktion .....	11
1.4.3 Direkter Vergleich von Kematen mit BAT .....	16
1.4.4 BAT für die Papierproduktion.....	17
1.4.5 Direkter Vergleich von Kematen mit BAT .....	17
<b>2 Berechnungsmethoden .....</b>	<b>18</b>
2.1 Allgemeines über Bilanzen, Bilanzräume, extensive und intensive Größen.....	18
2.2 Systeme und Systemgrenzen.....	19
2.3 Massenbilanzen.....	21
2.4 Allgemeines zur Durchflussmessung.....	21
2.4.1 Magnetisch – Induktive Durchflussmessung .....	22
2.4.2 Ultraschalldurchflussmessung .....	24
2.5 Erläuterungen zum Messgerät und zur Datenauswertung .....	26
2.6 Überprüfung der Messabweichungen zwischen IDM's und Ultraschalldurchflussmessung .....	29
<b>3 Verfahrensabläufe .....</b>	<b>30</b>
3.1 Grundprinzipien der Aggregate der 4 Hauptteile des Werks .....	30
3.1.1 Rohwasseraufbereitung und Kesselhaus .....	31
3.1.2 Zellstofffabrik .....	42
3.1.3 Papierfabrik.....	47
3.1.4 Biologische Abwasserreinigungsanlage ( BARA ) .....	51
3.2 Klassifizierung der verschiedenen Wasserströme im Werk.....	53
<b>4 Bilanzierungen.....</b>	<b>57</b>
4.1 Bilanz der Pumpenstube und des Kesselhauses .....	59
4.1.1 Inputströme Pumpenstube und Kesselhaus .....	59
4.1.2 Outputströme Pumpenstube und Kesselhaus .....	61
4.2 Bilanz der Zellstofffabrik .....	67



4.2.1	Inputströme Zellstofffabrik .....	67
4.2.2	Outputströme Zellstofffabrik.....	70
4.3	Bilanz der Papierfabrik.....	72
4.3.1	Inputströme Papierfabrik.....	72
4.3.2	Outputströme Papierfabrik.....	75
4.4	Bilanz der Biologischen Abwasserreinigungsanlage .....	78
4.4.1	Inputströme der BARA.....	78
4.4.2	Outputströme der BARA .....	79
4.5	Gesamtbilanz des Standortes Kematen .....	82
<b>5</b>	<b>Wasserrechtliche Situation .....</b>	<b>84</b>
5.1	Ist-Situationsbeschreibung .....	84
5.2	Neue Wasserrahmenrichtlinie (Beschränkung auf Kühlwassereinleitung) .....	88
5.3	Auswirkungen auf den Standort.....	88
<b>6</b>	<b>Möglichkeiten oder Ansätze zur Wassereinsparung .....</b>	<b>90</b>
6.1	Definition der Einsparungspotentiale.....	90
6.1.1	Pumpenstube und Kesselhaus .....	90
6.1.2	Zellstofffabrik .....	91
6.1.3	Papierfabrik.....	98
6.1.4	Biologische Abwasserreinigungsanlage .....	99
6.2	Weitere Empfehlungen bezüglich der Wasserbilanz .....	99
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>100</b>
<b>8</b>	<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>103</b>
8.1	Literaturverzeichnis .....	103
8.2	Abkürzungsverzeichnis.....	105
8.3	Tabellenverzeichnis.....	106
8.4	Abbildungsverzeichnis.....	107
<b>Anhang I</b>	<b>IDM Daten der einzelnen Bilanzräume.....</b>	<b>108</b>
<b>Anhang II</b>	<b>Werte der mobilen Durchflussmessung.....</b>	<b>127</b>
<b>Anhang III</b>	<b>Sankey Diagramme.....</b>	<b>143</b>
<b>Anhang IV</b>	<b>Trendkurven diverser IDM`s .....</b>	<b>155</b>
<b>Anhang V</b>	<b>Flow sheet .....</b>	<b>157</b>



# 1 Einleitung

## 1.1 Allgemeines über die Neusiedler Ybbstal AG (Stand Ende 2003)

Die Neusiedler AG gehört zu den größten europäischen Herstellern von hochwertigen chlorarm und chlorfrei gebleichten Kopier-, Schreib- und Druckpapieren.

Die Neusiedler AG gehört seit August 2000 zu 100 Prozent zur Mondi Europe Gruppe. Gemeinsam mit der Konzernschwester Mondi South Africa bildet Mondi Europe die Division „Forest Products“ der an der Londoner Börse gelisteten Anglo American plc.

Die Neusiedler Gruppe verfügt derzeit über insgesamt sieben Standorte:

- Österreich (Theresiental und Kematen)
- Slowakei (Ruzomberok)
- Ungarn (Szolnok und Dunaujvaroz)
- Israel (Hadera)
- Russland (Syktyvkar)

Diese Standorte verfügen über eine jährliche Produktionskapazität von mehr als 1,7 Millionen Tonnen.

Die Neusiedler Gruppe beschäftigt derzeit ca. 19.400 Mitarbeiter, davon 1.037 in Österreich.

Am Standort Kematen arbeiten derzeit 252 Mitarbeiter. Diese haben im Jahr 2003 35.950 t Zellstoff und 88.020 t Papier hergestellt.





## 1.2 Allgemeines über die Papierproduktion

Papier ist ein aus Pflanzenfasern ( Zellulose ) hergestellter flächiger Werkstoff. Rohmaterialien sind Zellstoff, Holzstoff oder Altpapier.

In der Papierherstellung unterscheidet man nach dem Verwendungszweck zwischen:

- Druck- und Presspapieren
- Büro- und Administrationspapieren
- Papier, Karton und Pappe für Verpackungszwecke
- Hygienepapier
- Papier und Pappe für spezielle technische Verwendungszwecke

Zellstoff ist ein hochwertiges Faserprodukt aus Fasern verschiedener Form und Größe, dessen Hauptbestandteil Zellulose ist. Anwendung für die Zellstoffherstellung finden insbesondere Nadelhölzer. Durch das Aufschließen mit Chemikalien lassen sich Begleitstoffe wie Lignin und Hemizellulose herauslösen und reiner Zellstoff wird gewonnen.

Bei der Papierherstellung werden die aus der Zellstoffproduktion gewonnenen Faserstoffe unter Zugabe von Wasser in periodisch oder kontinuierlich arbeitenden Anlagen zunächst suspendiert und dann je nach Art des Papiers mehr oder weniger intensiv gemahlen.

Verschiedene Faserstoffe werden miteinander gemischt. Füllstoffe, Leim, Farbstoffe und andere Papierhilfsmittel werden zugesetzt und mit dem Stoff intensiv vermischt. Durch Verdünnen mit überwiegend rückgeführtem Prozesswasser wird der vorbereitete Papierstoff auf die gewünschte Stoffdichte eingestellt. Danach kommt der Stoff in verschiedenartig gestaltete Sortierstufen, bevor er über den Stoffauflauf auf das Papiermaschinensieb geführt wird. Nach ersten Entwässerungen wird die Papierbahn den Pressen zugeführt, wo die letzte mechanische Entwässerung bis zu einem Trockengehalt von 40 – 50 % durchgeführt wird. Anschließend gelangt die Papierbahn in die thermische Trocknung, wo mit Hilfe von dampfbeheizten Zylindern auf einen Restwassergehalt von weniger als 10 % getrocknet werden kann.



### 1.3 Bedeutung des Wassers in der Papierproduktion

Wasser stellt bis heute den wichtigsten Hilfsstoff in der Papierherstellung dar. Nur in Anwesenheit von Wasser verbinden sich pflanzliche Faserstoffe durch Bildung so genannter Wasserstoffbrücken zu einem zusammenhängenden Faservlies, einem Papierblatt. Die Ursache dafür ist in der atomaren Struktur des Wassermoleküls zu suchen, welches die Fähigkeit zur Ausbildung von Wasserstoffbrücken besitzt.

Die Wasserstoffbrückenbindungen sind Ursache für solch eine Vernetzung der Zellulosemoleküle, die dem Papier seine Festigkeit verleiht. Das besondere an dieser Art der Bindung ist, dass sie ohne chemische Maßnahmen wieder gelöst werden kann. Bei erneuter Zugabe von Wasser öffnen sich die Wasserstoffbrückenbindungen wieder und das Papier löst sich in seine ursprünglichen Faserbestandteile auf. Ohne Umkehrbarkeit dieses Prozesses wäre z.B. Papierrecycling nicht möglich.

Wasser ist nicht nur für die Bildung des Papierblattes nötig, es ist außerdem für das Verdünnen und Mischen von Faserstoffen, Füllstoffen und Hilfsmitteln erforderlich und übernimmt die Rolle eines Transportmittels. Des Weiteren wird Wasser für Kühlzwecke gebraucht, dient als Reinigungsmittel und beheizt als Dampf die Trockenzylinder der Papiermaschine.

Die Papierindustrie gehört zu den wasserintensivsten Industriezweigen. Zur Herstellung von 1kg Papier wurde vor ungefähr 20 Jahren noch 50 Liter Frischwasser benötigt, während der Frischwasserbedarf heute zwischen 10 und 15 Liter pro kg Papier liegt.

### 1.4 Vergleich Kematen mit BAT-Dokument

#### 1.4.1 Das BAT-Dokument

In den BAT-Dokumenten (BAT bedeutet „Best Available Technique“) sind die verfügbaren Prozesse und die dazu notwendigen Geräte aufgelistet, die dem momentanen Stand der Technik entsprechen.



Es gibt verschiedene BAT-Dokumente für verschiedene Industriezweige. Im diesem Fall wurde das BAT-Dokument für die Papier- und Zellstoffindustrie verwendet.

Das BAT-Dokument hat folgende Aufgaben:

- Beschreibung und Auflistung der besten verfügbaren Technik
- Darstellung von verschiedenen Durchführungsoptionen eines Prozesses
- Darstellung von umweltrelevanten Auswirkungen der Prozesse
- Darstellung von Optimierungsmöglichkeiten in Bezug auf Emissionen, Rohstoff- und Energieverbrauch und Prozesskontrolle.

Jedoch besteht die Hauptaufgabe in der Vorbeugung und Kontrolle der Umweltverschmutzungen durch bestimmte Aktivitäten und der Nutzung der in diesen Dokumenten beschriebenen besten verfügbaren Technik.

#### 1.4.2 BAT für die Zellstoffproduktion

Für die Zellstoffproduktion gibt es 4 wesentliche Prozesse, die man berücksichtigen muss.

- Der Sulfat-Prozess
- Der Sulfit-Prozess
- Die mechanische und mechanisch-chemische Zellstoffherstellung
- Die Zellstoffherstellung aus Altpapier

##### **Der Sulfat-Prozess:**

Der Name Sulfat-Prozess bezieht sich auf die „make up“-Chemikalie Natriumsulfat, die im Rückgewinnungszyklus zur Verlustkompensation eingesetzt wird.

In diesem chemischen Prozess werden die Zellstofffasern durch Kochen in einer Kochlösung bei hohen Temperaturen von der Holzmatrix herausgelöst.



Die Kochchemikalien sind:

- NaOH (Natriumhydroxid)
- Na<sub>2</sub>S (Natriumsulfid)

Durch die große eingesetzte Menge an Natronlauge bewegt sich der pH-Wert beim Kochprozess zwischen 13 und 14. Jedoch fällt er mit Fortdauer, da sich aus dem Holz auch organische Säuren lösen, die eine geringe Neutralisation bewirken.

Folgende Abwasserwerte konnten den BAT – Listen entnommen werden:

Tabelle 1: Werte für den Sulfatprozess

	Flow	BSB	CSB	Tot-N	Tot-P
	[m <sup>3</sup> /t]	[kg/t]	[kg/t]	[kg/t]	[g/t]
Ungebleichter Zellstoff	<b>20 - 80</b>	1 - 20	7 - 50	0,1 - 1	3 - 40
Gebleichter Zellstoff	<b>30 - 110</b>	0,2 - 40	4 - 90	0,1 - 0,8	5 - 90

Tabelle 2: BAT-Empfehlung für den Sulfatprozess

	Flow	BSB	CSB	Tot-N	Tot-P
	[m <sup>3</sup> /t]	[kg/t]	[kg/t]	[kg/t]	[g/t]
Ungebleichter Zellstoff	<b>15 - 25</b>	6 - 9	15 - 20	0,1 - 0,2	10 - 20
Gebleichter Zellstoff	<b>30 - 50</b>	13 - 19	30 - 45	0,3 - 0,4	40 - 60

In diesen Wasserverbrauchswerten sind sämtliche für den Prozess notwendigen Kühlwässer nicht inkludiert!

Der aus diesem Verfahren gewonnene Zellstoff wird zur Erzeugung von Papieren mit hoher Festigkeit verwendet.

### Der Sulfit-Prozess:

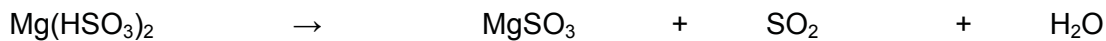
In dieser Arbeit ist der Sulfit-Prozess als der Wichtigste anzusehen, da der Zellstoff im Werk Kematen nach dem Magnesiumbisulfitverfahren hergestellt wird.



Der Sulfit-Prozess zeichnet sich allgemein durch seine hohe Flexibilität gegenüber dem Sulfat-Prozess aus und er kann in verschiedene Arten nach dem pH-Wert eingeteilt werden. Der Magnesiumbisulfit-Prozess bewegt sich in einem pH-Bereich von 3 – 5 und in einem Temperaturbereich von 130 – 170 °C. Der dabei gewonnene Zellstoff wird dann zur Erzeugung von hochwertigen Druck- und Büropapieren verwendet.

Der Kochprozess basiert auf der Verwendung von flüssigem SO<sub>2</sub> und einer Base (Magnesium).

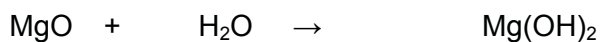
Die Ablauge wird am Ende des Kochprozesses erfasst, eingedampft und anschließend verbrannt. Bei der Verbrennung zersetzt sich das aus der Ablauge stammende Magnesiumbisulfit zu Magnesiumsulfit.



MgSO<sub>3</sub> bildet durch Sauerstoffzufuhr MgSO<sub>4</sub>, das bei 1127 °C schmilzt und sich bei 1250 °C zersetzt.



MgO als Staub und SO<sub>2</sub> als Gas befinden sich gemeinsam in den Rauchgasen. Durch eine Rauchgasreinigung wird MgO abgeschieden und mit Wasser zu Magnesiumhydroxid hydratisiert.



Anschließend lässt man das Magnesiumhydroxid mit den SO<sub>2</sub>-haltigen Rauchgasen reagieren und erhält somit eine Magnesiumbisulfitlösung.



Danach wird die Lösung noch mit make-up SO<sub>2</sub> verstärkt und steht dann wieder als Kochsäure zur Verfügung.



Folgende Abwasserwerte konnten den BAT – Listen entnommen werden:

Tabelle 3: Werte für den Sulfitprozess

	Flow	BSB	CSB	Tot-N	Tot-P
	[m <sup>3</sup> /t]	[kg/t]	[kg/t]	[kg/t]	[g/t]
Ungebleichter Zellstoff	<b>40 - 100</b>	1,3 - 75	10 - 190	0,4 - 1	70 - 150
Gebleichter Zellstoff	<b>40 - 100</b>	1,3 - 75	10 - 190	0,4 - 1	70 - 150

Tabelle 4: BAT-Empfehlung für den Sulfitprozess

	Flow	BSB	CSB	Tot-N	Tot-P
	[m <sup>3</sup> /t]	[kg/t]	[kg/t]	[kg/t]	[g/t]
Gebleichter Zellstoff	<b>40 - 55</b>	1 - 2	20 - 30	0,15 - 0,5	20 - 50

Auch hier wäre zu bemerken, dass die für den Prozess notwendigen Kühlwässer nicht inkludiert sind, sondern dass sich die Wasserverbrauchswerte nur auf das Abwasser beziehen!

Der aus diesem Verfahren gewonnene Zellstoff wird zur Erzeugung von Schreib-, Farb- und Kopierpapieren verwendet.

### Die mechanisch-chemische Zellstoffherstellung:

Bei der mechanisch-chemischen Zellstoffherstellung werden die Zellstofffasern durch Einwirkung von mechanischer Energie voneinander getrennt. Die dadurch entstehenden einzelnen Fasern und Faserzusammenschlüsse bewirken eigene Druckeigenschaften auf dem Papier.

Es werden dabei 2 Hauptverfahren angewendet.

- TMP (Thermo Mechanical Pulping)
- CTMP (Chemi Thermo Mechanical Pulping)



Beim TMP-Verfahren werden die Zellstofffasern durch Eintrag der Holzstücke in Plattenrefinern hergestellt.

Das CTMP-Verfahren funktioniert gleich wie das TMP-Verfahren, nur mit dem Unterschied, dass das Holz vorher mit Chemikalien behandelt wird, um es „weicher“ zu machen.

Wiederum konnten folgende Abwasserwerte nachgeschlagen werden:

Tabelle 5: Werte für die mechanisch-chemische Zellstoffherstellung

	Flow	BSB	CSB	Tot-N	Tot-P
	[m <sup>3</sup> /t]	[kg/t]	[kg/t]	[kg/t]	[g/t]
CTMP	8 - 40	0,5 - 9	12 - 30	0,2 - 0,5	5 - 50
TMP	15 - 25	0,2 - 1,7	2 - 8	0,06 - 0,16	5 - 15

Im Gegensatz dazu zeigt die BAT – Empfehlung folgende Werte an:

Tabelle 6: BAT-Empfehlung für die mechanisch-chemische Zellstoffherstellung

	Flow	BSB	CSB	Tot-N	Tot-P
	[m <sup>3</sup> /t]	[kg/t]	[kg/t]	[kg/t]	[g/t]
CTMP	15 - 20	0,5 - 1	10 - 20	0,1 - 0,2	5 - 10
TMP	12 - 20	0,2 - 0,5	2 - 5	0,4 - 0,1	4 - 10

Auch hier ist zu erkennen, dass die Qualitätsanforderungen an das Abwasser nach den BAT – Empfehlungen deutlich angehoben bzw. eingegrenzt werden.

Der nach diesem Verfahren gewonnene Zellstoff wird zur Erzeugung von Druck-, Schreib- und Verpackungspapieren verwendet.

### Die Zellstoffherstellung aus Altpapier:

Aufgrund der guten Preise im Vergleich zu neuem Zellstoff ist Altpapier ein unverzichtbarer Rohstoff in der Papierindustrie geworden. Die durchschnittliche Wiederverwertungsrate von Altpapier in Mitteleuropäischen Ländern beträgt mittlerweile 43 %.



Grundsätzlich kann das Zellstofffaserrecycling in 2 Kategorien eingeteilt werden:

- Prozesse mit mechanischer Reinigung ohne De-inking
- Prozesse mit mechanischer Reinigung und De-inking

Unter De-inking versteht man einen Altpapieraufbereitungsprozess zur Druckfarbenentfernung.

Tabelle 7: Werte für die Zellstoffherstellung aus Altpapier

	Flow [m <sup>3</sup> /t]	BSB [kg/t]	CSB [kg/t]	Tot-N [kg/t]	Tot-P [g/t]
Prozess ohne De-inking	< 7	0,05 - 0,15	0,5 - 1,5	0,02 - 0,05	2 - 5
Prozess mit De-inking	<b>8 - 15</b>	0,05 - 0,2	2 - 4	0,05 - 0,1	5 - 10

Hier wäre zu erwähnen, dass die Abwasserqualitäten des ursprünglichen BAT – Dokuments mit den BAT – Empfehlungen übereinstimmen.

Der aus diesen Prozessen gewonnene Zellstoff wird ebenfalls zur Erzeugung von Druckpapieren, Zeitungspapieren und Hygienepapieren verwendet.

### 1.4.3 Direkter Vergleich von Kematen mit BAT

Die spezifische Abwassermenge für 1 Tonne Zellstoff betrug im Jahr 2002 51 m<sup>3</sup>/t und im Jahr 2003 57 m<sup>3</sup>/t.

Wenn man diese Werte mit der BAT-Liste bzw. den BAT - Empfehlungen vergleicht, kommt man zu dem Schluss, dass der Abwasseranfall im Zellstoffwerk Kematen in den letzten Jahren leicht über den empfohlenen BAT – Werten liegt.

Dies hat folgende Gründe:

- Im Jahr 2003 ereignete sich in der Zellstoffrocknungsanlage ein Brand. Eine Folge des Brandes war ein Produktionsstillstand, bei dem auch sämtliche Behälter der Zellstofffabrik entleert und in die Biologie eingeleitet werden mussten. Dies hatte zur Folge, dass der spezifische Abwasseranfall anstieg.





- Ein weiterer Grund für den Anstieg der spezifischen Abwassermenge ist die nunmehr vollständige Erfassung der Abwasserströme der Zellstofffabrik in die Biologie, d.h., dass nunmehr auch Abwässer registriert werden, die vorher nicht beachtet wurden.

#### 1.4.4 BAT für die Papierproduktion

Das Papier wird nun aus dem gewonnenen Zellstoff und einer Vielzahl von Zusatzstoffen und Additiven auf einer Papiermaschine hergestellt. Der genaue Prozessablauf wird dann in Kapitel 3.1.3 beschrieben.

Folgende Abwasserwerte wurden der BAT – Liste entnommen:

Tabelle 8: Werte für die Papierproduktion

	Flow	BSB	CSB	Tot-N	Tot-P
	[m <sup>3</sup> /t]	[kg/t]	[kg/t]	[kg/t]	[g/t]
Unbeschichtetes Papier	10 - 15	0,15 - 0,25	0,5 - 2	0,05 - 0,2	3 - 10
Beschichtetes Papier	10 - 15	0,15 - 0,25	0,5 - 1,5	0,05 - 0,2	3 - 10

Auch hier unterscheidet sich die BAT–Liste nicht von der BAT–Empfehlung. Somit können diese Werte durchaus als gängiger Parameter angesehen werden.

#### 1.4.5 Direkter Vergleich von Kematen mit BAT

In den beiden letzten Jahren (2002 und 2003) wurden jeweils 14 m<sup>3</sup> Abwasser zur Erzeugung von 1 Tonne Papier benötigt. Vergleicht man das nun mit den Werten der BAT-Empfehlung, so erkennt man, dass der Abwasseranfall zwar im Bereich der BAT-Werte, aber hier eher im oberen Bereich liegt.

Eine Erklärung dafür ist, dass es sich bei den Papieren, die in Kematen erzeugt werden, um färbige Spezialpapiere handelt und es relativ häufig zu Farbwechseln kommt. Das bedeutet, dass sehr viel Wasser zum Waschen oder allgemein zur Reinigung der Aggregate benötigt wird und dadurch die Werte für den spezifischen Wasserverbrauch und in weiterer Folge die Werte für den Abwasseranfall entsprechend höher sind.



## 2 Berechnungsmethoden

### 2.1 Allgemeines über Bilanzen, Bilanzräume, extensive und intensive Größen

Bilanzen stellen die Grundlage aller verfahrenstechnischen Berechnungen dar und jede Auslegung einer Anlage oder eines Apparates muss mit dem Aufstellen einer Bilanz bzw. den Bilanzgleichungen begonnen werden.

Bilanzgleichungen können für alle extensiven Größen aufgestellt werden, jedoch nicht für intensive Größen.

Unter extensiven Größen versteht man alle zählbaren, von der Menge abhängige Größen, wie z.B.: Masse, Energie, Entropie oder Volumen.

Unter intensiven Größen versteht man alle nicht zählbaren und somit nicht bilanzierbare Größen wie z.B.: molare Größen, Betriebsbedingungen wie Temperatur und Druck, Stoffwerte wie Viskosität oder Oberflächenspannung.

Um überhaupt eine Bilanzgleichung aufstellen zu können, muss vorher ein so genanntes Kontrollvolumen festgelegt werden. Dieses Kontrollvolumen kann offen oder geschlossen sein, es kann sich ausdehnen, sich zusammenziehen, oder sogar im Raum beliebige Bewegungen ausführen.

Den Inhalt des Kontrollvolumens bestimmt das System, derjenige Teil des Universums welcher in Wechselwirkung mit dem System steht, stellt die Umgebung dar.



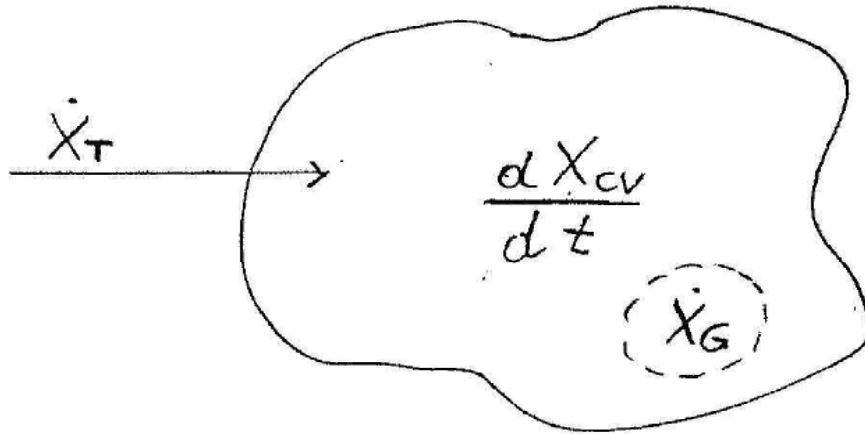


Abbildung 1: Kontrollvolumen

$\dot{X}_T$	...konstante Transportrate von der Umgebung in das System
$\dot{X}_G$	...Rate, mit welcher X in System erzeugt oder zerstört wird
$\frac{dX_{cv}}{dt}$	...zeitliche Änderung von X im Kontrollvolumen

Das Kontrollvolumen kann ein differentielles Volumenelement sein, aber auch ein Apparateteil, ein Apparat, ein Anlagenteil oder eine Gesamtanlage. Die Wahl des Kontrollvolumens richtet sich immer nach der Aufgabenstellung. In der Regel beginnt man aber mit der Gesamtanlage und teilt diese dann in kleinere Teilanlagen auf.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist der Betrachtungszeitraum, welcher auch immer klar definiert sein muss, sofern der Prozess nicht instationär ist.

## 2.2 Systeme und Systemgrenzen

Eine Bilanzierung beginnt damit, dass man den Bereich im Raum abgrenzt, auf den sich die Untersuchung beziehen soll. Dieses hervorgehobene Gebiet innerhalb der Systemgrenze wird auch als System, jener Teil außerhalb der Grenzen wird als Umgebung bezeichnet. Teile der Umgebung können als weitere Systeme hervorgehoben werden.



Die genaue Festlegung der Systemgrenzen gehört zur eindeutigen Definition des Systems. Den Systemgrenzen werden auch idealisierte Eigenschaften hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit für Materie und Energie zugeordnet.

Systeme können in zwei Arten aufgeteilt werden:

- geschlossenes System

Die Grenzen eines geschlossenen Systems sind für Materie undurchlässig, d.h. dass das System immer die gleiche Stoffmenge enthält, wobei das Volumen nicht konstant sein muss, da sich ja die Systemgrenzen bewegen dürfen.

- offenes System

Bei diesem System lassen die Grenzen Materie hindurch. Diese Systeme haben meist fest im Raum liegende Grenzen, die von einem oder mehreren Stoffströmen durchsetzt werden.

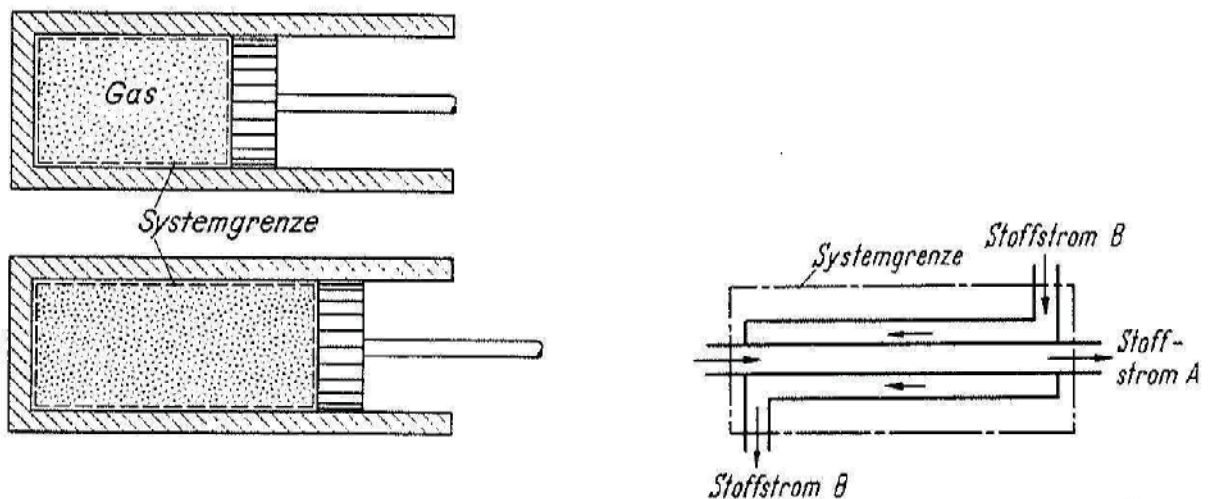


Abbildung 2: Geschlossenes und offenes System



## 2.3 Massenbilanzen

Massenbilanzen bestehen im Wesentlichen aus einer Input/Output-Analyse der Massen- und Energieströme, die für den gesamten Betrieb, wie auch für einzelne Prozesse innerhalb des Betriebes durchgeführt werden können.

Massenbilanzen helfen eine systematische Erfassung der Material-, Energie- und Abfallströme durchzuführen. Die Gründe für die Erstellung von Massenbilanzen zeigen sich auf betrieblicher wie überbetrieblicher Ebene.

Auf betrieblicher Ebene steht an erster Stelle die Möglichkeit der Kostenreduktion. Durch die Analyse der Massen wird ihr mengen- und wertmäßiger Anteil erhoben und das Augenmerk auf Schwachstellen gerichtet. Betriebliche Schwachstellen wären z.B. der verschwenderische Umgang mit Wasser oder Leckagen.

Durch die Analyse des Outputs werden die Auswirkungen des betrieblichen Handelns auf die Umwelt sichtbar.

Die Massenbilanz bildet die Grundlage für ein vorausschauendes Handeln und für die Formulierung von Strategien, um ein zu spätes Reagieren auf Situationen zu vermeiden.

Auf überregionaler Ebene ist eine regelmäßige und vollständige Erfassung der Umweltauswirkungen notwendig, um eine vollständige Erfassung der Ursache-Wirkungskette zu gewährleisten.

## 2.4 Allgemeines zur Durchflussmessung

Unter Durchflussmessung versteht man im Allgemeinen die Bestimmung der Durchflussgeschwindigkeit von Flüssigkeiten und Gasen. Die dazu eingesetzten Sensoren arbeiten alle indirekt, d.h. sie messen primär andere Größen, aus denen dann auf die Geschwindigkeit und in weiterer Folge auf den Massenfluss rückgeschlossen wird.

Im Zuge der Diplomarbeit wurde der Durchfluss der einzelnen Rohrleitungen bzw. der Durchfluss bei den einzelnen Verbrauchern grundsätzlich nach 2 Messmethoden bestimmt:



- Magnetisch – Induktive Durchflussmessung
- Ultraschalldurchflussmessung

Dabei erfolgte die induktive Durchflussmessung ständig. Das bedeutet, dass diese Messgeräte fest an den Rohrleitungen installiert sind und ständig den momentanen Wert des Durchflusses an die Messwarte weiterleiten. Firmenintern werden diese auch als IDM's bezeichnet (Induktives Durchflussmessgerät)

Die Ultraschalldurchflussmessung erfolgte mittels eines mobilen Messgerätes, welches von der Neusiedler AG zur Verfügung gestellt wurde. Damit konnten durchaus einige vorhandene IDM's auf ihre Genauigkeit und Zuverlässigkeit überprüft werden. An Stellen, an denen kein IDM installiert war, konnten ebenfalls Messungen durchgeführt werden, die wichtig für die Komplettierung der Massenbilanz waren.

#### 2.4.1 Magnetisch – Induktive Durchflussmessung

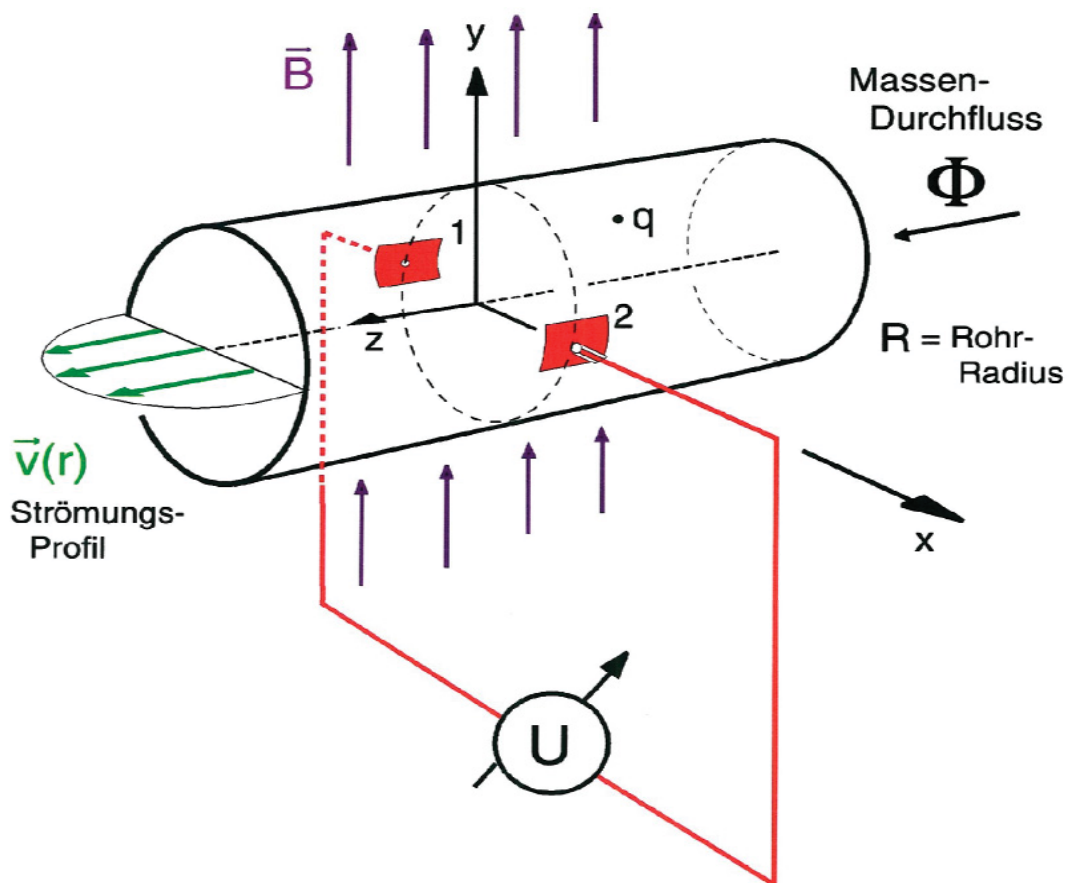


Abbildung 3: magnetisch-induktive Durchflussmessung



Das Messprinzip beruht auf der Induktion einer Spannung in einem Leiter (Medium), wenn sich dieser in einem Magnetfeld bewegt (Faradaysches Induktionsprinzip).

Die gemessene Spannung ist proportional zur Stärke des Magnetfeldes und der Strömungsgeschwindigkeit.

Zähler dieser Bauart zeichnen sich durch eine sehr große Messdynamik von 0,3 – 10 m/s (1:300) und einer großen Messgenauigkeit aus. Weitere Vorteile sind der äußerst geringe Druckverlust, sowie keine mechanisch bewegten Teile im Volumenstrom. Dadurch ist das Messgerät relativ unempfindlich gegen Verschmutzungen im Medium.

Der IDM besteht aus einem nicht-ferromagnetischen Messrohr mit innen elektrisch isolierender Oberfläche und auf dem Rohr montierten Magnetspulen und Elektroden, die durch die Rohrwand hindurch mit dem Messstoff in Kontakt stehen.

Die stromdurchflossenen Feldspulen erzeugen ein Magnetfeld mit der Induktion  $B$  senkrecht zur Rohrlängsachse.

Dieses Magnetfeld durchdringt das Messrohr und den darin fließenden Messstoff, der elektrisch leitfähig sein muss. Entsprechend dem Induktionsgesetz wird im Messstoff eine Spannung  $U_i$  induziert, die der mittleren Fließgeschwindigkeit  $\bar{v}$  des Messstoffes, der Induktion  $B$  und dem Rohr - Innendurchmesser  $D$  proportional ist. Es gilt vereinfacht:

$$U_i = k \cdot B \cdot D \cdot \bar{v} \quad (1)$$

mit  $U_i$  = induzierte durchflussproportionale Signalspannung  
 $k$  = dimensionslose Konstante  
 $B$  = Induktion  
 $D$  = Elektrodenabstand  
 $\bar{v}$  = mittlere Geschwindigkeit des Messstoffes

Diese Signalspannung  $U_i$  wird durch Elektroden abgegriffen, die mit dem Messstoff in Kontakt stehen und isoliert durch die Rohrwand durchgeführt werden. Mit

$$q = \bar{v} \cdot \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \quad (2)$$

wird die Signalspannung  $U_i$  von einem Messumformer in eine Durchflussanzeige  $q_i$



$$q_i = U_i \cdot \frac{\pi \cdot D}{4 \cdot k \cdot B} \quad (3)$$

umgerechnet und für die Prozessführung in geeignete Standardsignale umgesetzt.

### 2.4.2 Ultraschalldurchflussmessung

Ultraschalldurchflussmessgeräte werden zur Durchflussmessung von elektrisch leitenden und nicht leitenden Flüssigkeiten eingesetzt. Das Verfahren bietet die Möglichkeit, Durchflussmessungen bei flüssigen Medien durchzuführen, ohne dass dazu Eingriffe in das Rohrleitungssystem notwendig sind.

Zur Überwachung der Produkt- oder Mediumsqualität können die Schallgeschwindigkeit im Medium, die Ultraschallamplitude und die Rohr – bzw. Mediumstemperatur als zusätzliche Werte zum Durchfluss angegeben werden.

Über die Schallgeschwindigkeit kann eine direkte Beziehung zur Mediumsdichte und über die Schallamplitude kann eine Beziehung zur Mediumsviskosität hergestellt werden.

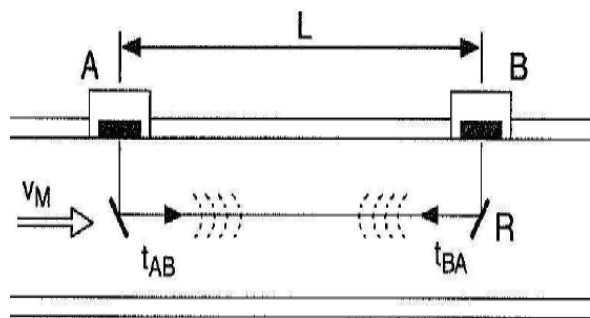
Der schwerpunktmäßige Anwendungsbereich der Ultraschalldurchflussmessung liegt in folgenden Bereichen:

- Chemie
- Petrochemie
- Pharmazie
- Energietechnik





Messprinzip:



**Legende:**

- A, B    Ultraschallwandler
- R       Reflektor
- L       Abstand zwischen den Ultraschallwandlern
- $v_M$     Strömungsgeschwindigkeit des Messstoffes
- $t_{AB}/v_{AB}$     Laufzeit/Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schallwellen von Wandler A nach B
- $t_{BA}/v_{BA}$     Laufzeit/Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schallwellen von Wandler B nach A

Abbildung 4: Messprinzip der Ultraschalldurchflussmessung

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit  $v$  von Ultraschallwellen in einem Messstoff ist abhängig von der Schallgeschwindigkeit  $c_M$  in diesem Messstoff und von dessen Strömungsgeschwindigkeit  $v_M$  (Mitführungseffekt).

$$v_{AB} = c_M + v_M \quad (4)$$

$$v_{BA} = c_M - v_M \quad (5)$$

Dieser Effekt wird beim Ultraschall – Durchflussmessgerät genutzt. Dazu senden sich zwei Ultraschallwandler wechselweise Ultraschallsignale zu. Die Laufzeiten ( $t_{AB}$ ,  $t_{BA}$ ) werden gemessen.

$$t_{AB} = \frac{L}{c_M + v_M} \quad (6)$$

$$t_{BA} = \frac{L}{c_M - v_M} \quad (7)$$



Bei vorhandener Strömung wird die Schalllaufzeit mit der Strömung kürzer und die gegen die Strömung länger. Die sich daraus ergebende Laufzeitdifferenz ist ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit  $v_M$ .

$$v_M = \frac{L}{2} \cdot \frac{t_{BA} - t_{AB}}{t_{AB} \cdot t_{BA}} \quad (8)$$

Das Ergebnis ist unabhängig von der Schallgeschwindigkeit im Messstoff und damit unabhängig von dem zu messenden Messstoff selbst.

## 2.5 Erläuterungen zum Messgerät und zur Datenauswertung

Das von der Neusiedler AG zur Verfügung gestellte Instrument ist ein „Transportables Ultraschalldurchflussmessgerät“ der Firma GE Panametrics. Die genaue Typenbezeichnung ist PT 878.



Abbildung 5: Ultraschalldurchflussmessgerät PT 878 mit Zubehör

Das Messgerät besteht im Wesentlichen aus 2 Hauptteilen:

- Messgerät mit Auswertelektronik
- Messköpfe mit Halterungen

Das Messgerät wandelt elektrische Impulse in Messwerte um und zeigt diese dann am Display an. Weiters kann auch noch mit Hilfe einiger Zusatzgeräte die Temperatur und somit der Energieinhalt eines Mediums oder aber auch die Wandstärke einer Rohrleitung ermittelt werden.

Die gemessenen Daten können im geräteeigenen Speicher oder aber auch über eine Infrarotschnittstelle auf einem Laptop gespeichert werden.

Die Durchflussmesswerte können in numerischer oder graphischer Form auf dem Display angezeigt werden.

Die Messköpfe wandeln im Sendebetrieb die elektrische Energie in Ultraschallimpulse um und im Empfangsbetrieb werden die Ultraschallimpulse in elektrische Energie zurück umgewandelt. Die Messköpfe arbeiten als Sender und Empfänger und können somit abwechselnd Ultraschallimpulse mit und gegen die Strömung senden.

Das Gerät kann für Durchflussmessungen bei metallischen und Kunststoffrohren, mit Rohrgrößen von 12,7 – 5000 mm Außendurchmesser, verwendet werden. Die aufspannbaren Ultraschallmessköpfe können für einen Mediumstemperaturbereich von -10 bis 60 °C verwendet werden (lt. Bedienungsanleitung). Nach Rücksprache mit dem technischen Sachverständigen der Firma GE Panametrics wurde aber eine Temperaturspanne bis zu 145 °C zugesichert

Die Genauigkeit der Durchflussmessung beträgt mit aufspannbaren Messköpfen bei einem Rohrdurchmesser > 150 mm 2 % des Messwertes (mit Kalibrierung) und bei einem Rohrdurchmesser < 150 mm 2 – 5 % des Messwertes (mit Kalibrierung).



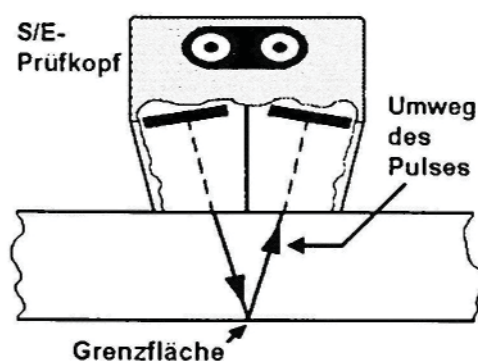
Um das Messgerät betreiben zu können, müssen vorher einige Parameter voreingestellt werden:

- Rohrmaterial und eventuelle Beschichtungen
- Medium im Rohr
- Temperatur des Mediums im Rohr
- Vergleichende Schallgeschwindigkeit bei einer bestimmten Temperatur
- Außendurchmesser des Rohres
- Wanddicke des Rohres

Da bei diesem Gerät kein Messkopf zur Wanddickenmessung inkludiert war, musste diese mit einem anderen Gerät gemessen werden.

Dabei handelte es sich um ein tragbares Ultraschallwanddickenmessgerät der Firma Krautkramer – Branson mit der Typenbezeichnung DMS.

Das DMS funktioniert nach dem Impulsecho – Prinzip, ähnlich Unterwasser – Schallmesssystemen. Dabei sendet der Prüfkopf (Wandler) einen kurzen Ultraschallimpuls in das Werkstück. Dieser Impuls setzt sich durch das Werkstück fort, bis er auf die „Grenzfläche“ (z.B. Luft, Flüssigkeit) an der Rückwand des Werkstückes trifft, die den Impuls in Richtung des Prüfkopfes zurückwirft. Diese Reflexion wird als Rückwandecho bezeichnet. Die Zeit, die der Impuls bis zum Wiedereintreffen am Prüfkopf benötigt, wird durch zwei geteilt und dann mit der Geschwindigkeit des Schalls in dem geprüften Werkstoff multipliziert. Das Ergebnis ist die Materialdicke.



*Dickenmessung mit S/E Prüfkopf*

Abbildung 6: Dickenmessung mit Sender/Empfänger Prüfkopf



Je nach Art und Zustand des zu prüfenden Werkstückes kann zwischen Sende- und Empfangswandler (S/E-Prüfkopf) oder einem einzigen kombinierten Wandler (Einschwinger-Prüfkopf) ausgewählt werden. Im Zuge der Diplomarbeit wurde mit dem S/E-Prüfkopf gearbeitet, da dieser optimal für korrosionsbelastete Bauteile, wie z.B. Wasserrohre, ist.

Dieser Standard – Prüfkopf arbeitet mit einer Nennfrequenz von 5 MHz. Er deckt einen Messbereich von 1,2 – 200 mm (Stahl) und einen Temperaturbereich von -10 – 60 °C ab. Der Durchmesser der Koppelfläche beträgt 12,5 mm.

Vor jeder Messung muss ein Nullpunktgleich mit dem geräteeigenen Nullpunkt – Abgleichkörper durchgeführt werden, um genaue Messergebnisse gewährleisten zu können.

## 2.6 Überprüfung der Messabweichungen zwischen IDM`s und Ultraschalldurchflussmessung

Zu diesem Zweck wurde der IDM zwischen der Maschinenbütte und dem Egalisierrefiner der Papiermaschine 4 herangezogen. In diesem Abschnitt hat die Prozessflüssigkeit einen Feststoffanteil von 3%. Der Rohrleitungsdurchmesser an dieser Stelle beträgt 204 mm. Gleichzeitig wurde nach dem IDM das Ultraschalldurchflussmessgerät montiert und anschließend wurden die Messwerte verglichen:

IDM	288 m <sup>3</sup> /h
Ultraschalldurchflussmessgerät	282 m <sup>3</sup> /h

Das ergibt einen Fehler von 2,13 %. Laut Angabe der Herstellerfirma soll der Fehler bei 2 % bei Rohrleitungen mit einer Nennweite >150 mm liegen. Mit dieser Probemessung hat sich diese Annahme durchaus bestätigt.



## 3 Verfahrensabläufe

### 3.1 Grundprinzipien der Aggregate der 4 Hauptteile des Werks

Grundsätzlich wäre zu erwähnen, dass der Papier- und Zellstoffproduktionsstandort Kematen aus 4 Hauptteilen oder Einheiten besteht. Diese wären:

- Rohwasseraufbereitung und Kesselhaus
- Zellstofffabrik
- Papierfabrik
- Biologische Abwasserreinigungsanlage



3.1.1 Rohwasseraufbereitung und Kesselhaus

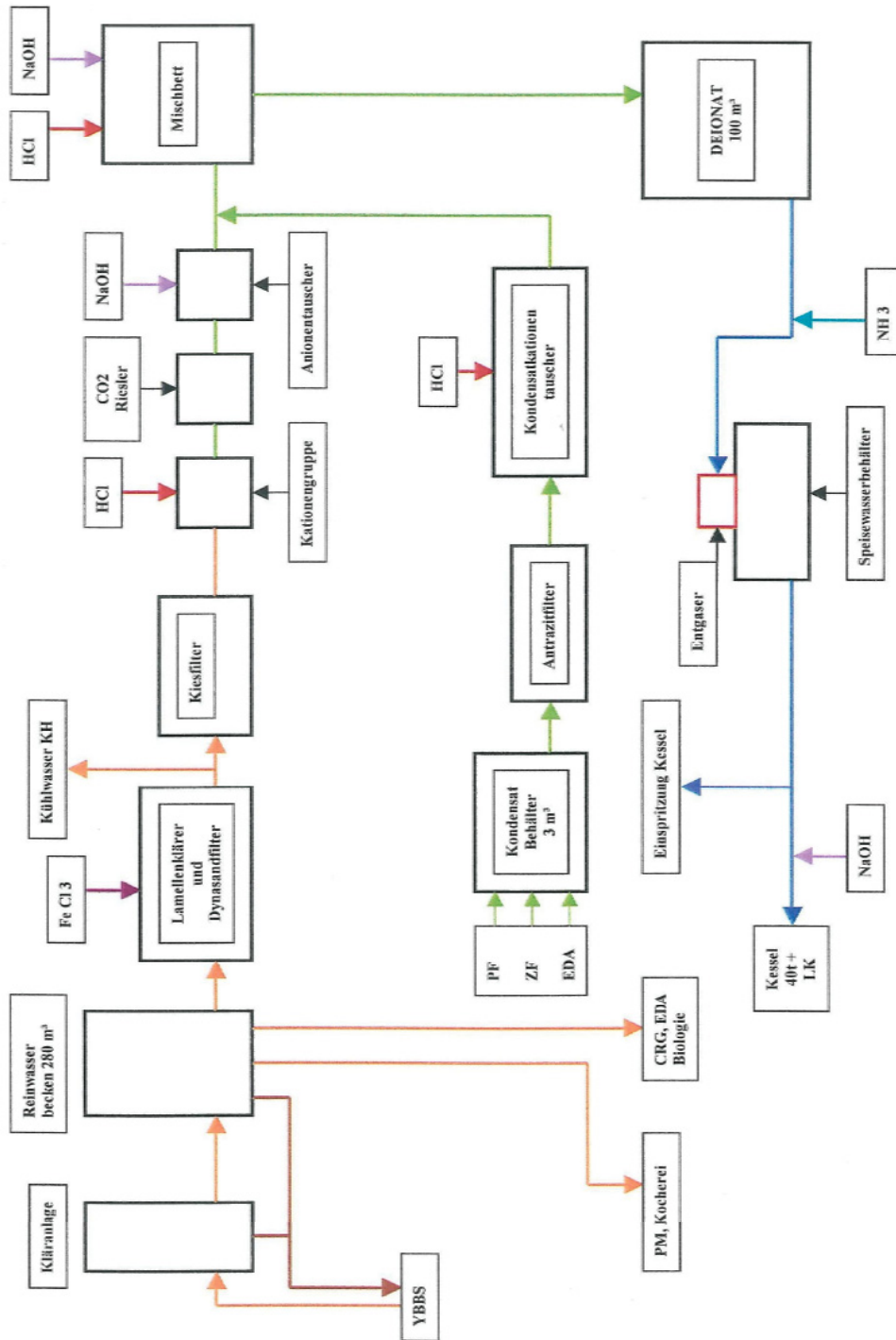


Abbildung 7: Rohwasseraufbereitung





Für die Papier- und Zellstoffproduktion im Werk Kematen werden täglich ungefähr 25.000 m<sup>3</sup> Oberflächenwasser der Ybbs entnommen. Tatsächlich werden aber nur ca. 21.000 m<sup>3</sup>/d verbraucht. Diese Differenz resultiert aus dem Überlaufwasser, welches derzeit noch ungenutzt in die Ybbs zurückgeleitet wird. Zu dem Überlaufwasser zählen der Überlauf des Absetzbeckens, der Überlauf der Sandkästen und der Überlauf des Reinwasserbeckens.

Die Rohwasseraufbereitung ist sehr wichtig für die weitere Nutzung des Frischwassers, da die teilweise sehr hohen Schlammfrachten ( bei Hochwasser ) entfernt bzw. das Wasser gut vorgeklärt wird.

Die **Frischwasserversorgung** wird durch 3 parallel geschaltete Pumpen ( M 0981, M 0982, M 0984 ), wobei im Normalbetrieb nur eine Pumpe eingeschaltet ist, gewährleistet. Im Monatsabstand wird dann auf eine andere der drei Pumpen umgeschaltet, sodass jede in regelmäßigen Abständen in Betrieb ist. Diese Pumpen fördern die oben genannte Menge Frischwasser zuerst in 4 große Absetzbecken, wobei ein Höhenunterschied von 30 m überwunden werden muss. Diese Absetzbecken haben die Aufgabe den mitgeführten Schlamm und Schwerschmutz zu sedimentieren. In den nachfolgenden 12 Sandkästen werden die restlichen Verunreinigungen fast zur Gänze entfernt. Um den abgesetzten Schmutz von den Sandkästen auszuschleusen, werden diese in bestimmten Zeitintervallen (2 mal pro Schicht) mit Frischwasser rückgespült. Danach gelangt das Wasser in das Reinwasserbecken der Kläranlage von wo aus es den verschiedenen Verbrauchern im Werk zugeführt wird. Dazu zählen:

- das Kesselhaus
- die Zellstofffabrik
- die Papierfabrik
- die biologische Abwasserreinigungsanlage (BARA)

Des Weiteren wird die Frischwasserversorgung durch die so genannten Vogelpumpen (M0985, M 0986; firmeninterne Bezeichnung) unterstützt. Diese Pumpen befinden sich wie die drei oben genannten Pumpen in der Pumpenstube Ybbs. Sie werden von der Dynasandanlage der Papierfabrik versorgt und haben nur noch untergeordnete Abnehmer wie Teile der Hilfsstoffaufbereitung, den Hochdruckreiniger oder die Reinigungsrotierspritzdüsen des Pulpers der Papiermaschine 4.





**Weitere wichtige Anlagen im Kesselhaus:**

- Entkarbonisierungsanlage
- Gas- und Laugenkessel
- Chemikalienrückgewinnung (CRG)
- Eindampfanlage (EDA)
- Biotrockensubstanzverwertung (BTV)

In der **Entkarbonisierungsanlage** wird das benötigte Speisewasser für die Dampfkessel von Härtebildnern und Salzen gereinigt. Dies ist nötig, um schädliche Ablagerungen, die den Kesselwirkungsgrad herabsetzen und den Rohrquerschnitt verkleinern, an den Kesselheizflächen zu vermeiden.

Um die Entkarbonisierungsanlage von Schlämmen freizuhalten, wird das Frischwasser zuerst in das Flockungsaggregat, firmenintern AXPPO genannt, gepumpt. In diesem Aggregat wird unter Zugabe von Eisen(III)Chlorid als Flockungsmittel der restliche Schlamm ausgeflockt und im anschließenden Lamellenklärer ausgeschieden.

Danach kommt das Wasser in die Dynasandanlagen und weitere Kiesfilter zur Reinigung. Diese Kiesfilter sind aber nur als Reserve installiert, für den Fall, das die AXPPO- Anlage überlastet ist und den Schmutz bzw. Schlamm nicht in der gewünschten Art und Weise entfernen kann.

In der Dynasandanlage wird der Sand durch ein besonderes Drucklufthebesystem in kontinuierlicher Bewegung gehalten und durch eine Wasserspülung von Verschmutzungen gereinigt (Sandflussgeschwindigkeit 10mm/min).

Die Abwässer aus dem Flockungsbehälter, dem Lamellenklärer, den Dynasandanlagen sowie sämtliche Sperrwässer werden in einem eigenen Kanal (firmenintern CRG-Kanal) gesammelt und in die biologische Kläranlage eingeleitet.

Nun kommt das Wasser in die eigentliche Entkarbonisierungsanlage. Diese besteht aus Kationentauscher, Anionentauscher, Entbaser und Kohlendioxidriesler.

Der Kationentauscher ist die erste Station. Er besteht aus negativ geladenen Harzen, an die  $H^+$  -Ionen gebunden sind. Im Kationentauscher werden nun die  $Ca^{+}$ - und  $Mg^{+}$ -Ionen an die Harze angelagert und durch die  $H^+$ -Ionen substituiert.



Anschließend gelangt das Wasser zum CO<sub>2</sub> – Riesler. Dieser dient zum Austreiben der anfallenden Kohlensäure aus dem entbasten Wasser. Durch diese Methode wird die störende Kohlensäure entfernt und der nachfolgende Anionentauscher entlastet.

Im nachfolgenden Anionentauscher werden nun alle Bestandteile mit negativer Ladung entfernt.

Das nunmehr vollentsalzte Wasser wird mit rückgeleitetem Kondensat (aus der Papierfabrik, der Zellstofffabrik, und der Eindampfanlage) vermischt und gelangt über einen Mischbettfilter in den Speisewasserbehälter. Nach dieser Reinigung beträgt der Restkieselsäuregehalt  $\leq 0,002$  mg/l und die Leitfähigkeit  $\leq 0,1\mu\text{S/cm}$ .

Da die Kationen-, Anionentauscher und Mischbettfilter die schädlichen Ionen durch unschädliche ersetzen, ist jeder Ionentauscher nach einer bestimmten Zeit erschöpft und muss regeneriert werden. Diese Regeneration erfolgt mit Natronlauge beim Kationentauscher und mit Salzsäure beim Anionentauscher und mit beiden beim Mischbettfilter.

Tabelle 9: Technische Daten Vollentsalzung

	Kationentauscher	Anionentauscher	Mischbettfilter
Anzahl	4	2	2
Regenerationsmittel	33 %ige HCl	50 %ige NaOH	NaOH und HCl
Regenerationsmittelmenge	800 kg	200 kg	300 + 300 kg
Regenerationsdauer	120 min	120 min	120 min
Regenerationszyklus	24 h	24 h	4-6 Wochen
Abwasser/Regeneration	50 m <sup>3</sup>	50 m <sup>3</sup>	60 m <sup>3</sup>

In den **Gas- und Laugenkesseln** wird dann aus dem Speisewasser Dampf mit ca. 510 °C und einem Druck von ungefähr 72 bar erzeugt.

Im Werk Kematen sind zwei Gaskessel und ein Laugenkessel installiert, wobei ein Gaskessel bereits stillgelegt wurde.

Im verwendeten Gaskessel KK2 wird die Heizenergie durch Erdgas mit einem Heizwert von 33,26 MJ/Nm<sup>3</sup> eingebracht. Parallel dazu wird der Laugenkessel KK3 mit ca. 10 t/h Ablauge aus der Zellstoffproduktion befeuert, die natürlich vorher eingedickt werden muss. Die eingedickte Ablauge hat einen Energieinhalt von 7.500 MJ/t bei einem Trockengehalt von 56%.

Im Laugenkessel können 25 t Dampf pro Stunde erzeugt werden. Der restliche Bedarf an Dampf wird durch den Gaskessel gedeckt, der ca. 30 t/h Dampf liefert.

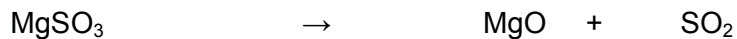
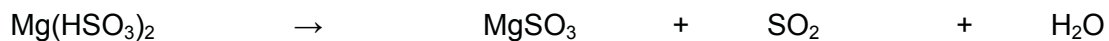


Der erzeugte Dampf gelangt schließlich über einen Hochdruckverteiler zu den zwei Turbinen, wo er verstromt wird und dann in zwei Verteilerstationen (3 bar Verteiler und 12 bar Verteiler) von wo aus die Aufteilung zu den einzelnen Verbrauchern erfolgt:

12 bar Dampf :        Zellstofffabrik  
 3 bar Dampf    :        Zellstofffabrik  
                           Papierfabrik  
                           Eindampfanlage

Der Kesselwirkungsgrad der Gaskessel liegt bei 95 %, das heißt, dass 5 % der eingesetzten Heizenergie im Rauchgas, sowie durch Strahlungsverluste des Kessels in die Atmosphäre verloren gehen. Beim Laugenkessel liegt der Kesselwirkungsgrad mit 89-90 % etwas niedriger, bedingt durch den hohen Luftüberschuss, höheren Strahlungsverlusten, Russblasen (Entfernung von Russablagerungen mittels Wasser) und den Verlusten in der Schlacke.

Durch die Verbrennung der Sulfitablauge im Laugenkessel erfolgt bei 1250°C eine thermische Aufspaltung des Magnesiumbisulfits zu Magnesiumoxid und Schwefeldioxid.



Um diese Chemikalien in der Laugenproduktion wieder verwenden zu können und dadurch den Verlust gering zu halten, werden sie in der Chemikalienrückgewinnung großteils zurückgewonnen.

Die Abgase beider Dampfkessel kommen anschließend in die Rauchgasreinigung bzw. Chemikalienrückgewinnung.



40 t Dampfkessel:

Baujahr: 1970

Bauart: Eintrommel-Flossenrohrkessel mit natürlichem Wasserumlauf von Fa. Wagner-Biro.

Die maximale Dauerlast beträgt 40 t Dampf bei einem Betriebsdruck von 83 bar in der Trommel und 73 bar Überhitzeraustrittsdruck.

Die Heißdampftemperatur beträgt 510°C

Feuerung: Zwei Gasbrenner und zwei Schwerölbrenner, die einzeln oder wahlweise im Mischbetrieb einsetzbar sind (Schweröl mit max. 1% Schwefel)

Laugenkessel:

Baujahr: 1987

Bauart: Hängender Naturumlaufkessel, der als Zweizugkessel ausgeführt und speziell für die Verbrennung von Magnesiumbisulfidlauge ausgeführt ist. Der Weiteren wird er als Grundlastkessel betrieben.

Die maximale Dauerlast beträgt 26 t Dampf pro Stunde bei einem Trommeldruck von 83 bar und einem Überhitzeraustrittsdruck von 73 bar bei 510°C.

Feuerung: 1 Gaszündbrenner der Fa. Unitherm (dient zum Anfahren des Kessels) mit einem Nennverbrauch von 650 Nm<sup>3</sup>/h Erdgas.

3 Laugenbrenner

1 Düsendampferstäuberbrenner mit einem max. Durchsatz von 10 m<sup>3</sup>/h Lauge und 12 bar Zerstäuberdruck.

In der **Chemikalienrückgewinnung** gelangt das Rauchgas zuerst in einen Elektrofilter, in dem durch elektrische Felder der Hauptteil (95 %) des Magnesiumoxids ausgeschleust wird. Das ausgeschleuste Magnesium wird anschließend mit Wasser wieder aufgeschlämmt. Das im Rauchgas enthaltene SO<sub>2</sub>-Gas wird mit der vorher entstandenen MgO-Aufschlammung ausgewaschen (Absorption), wodurch eine schwache Kochsäure entsteht. Diese Kochsäure wird dann noch mit „make-up“ Chemikalien in Form von MgO und SO<sub>2</sub> vermischt wodurch die fertige Kochsäure für die Zellstofffabrik entsteht. Durch diese Prozessführung kann viel an Chemikalien eingespart werden.



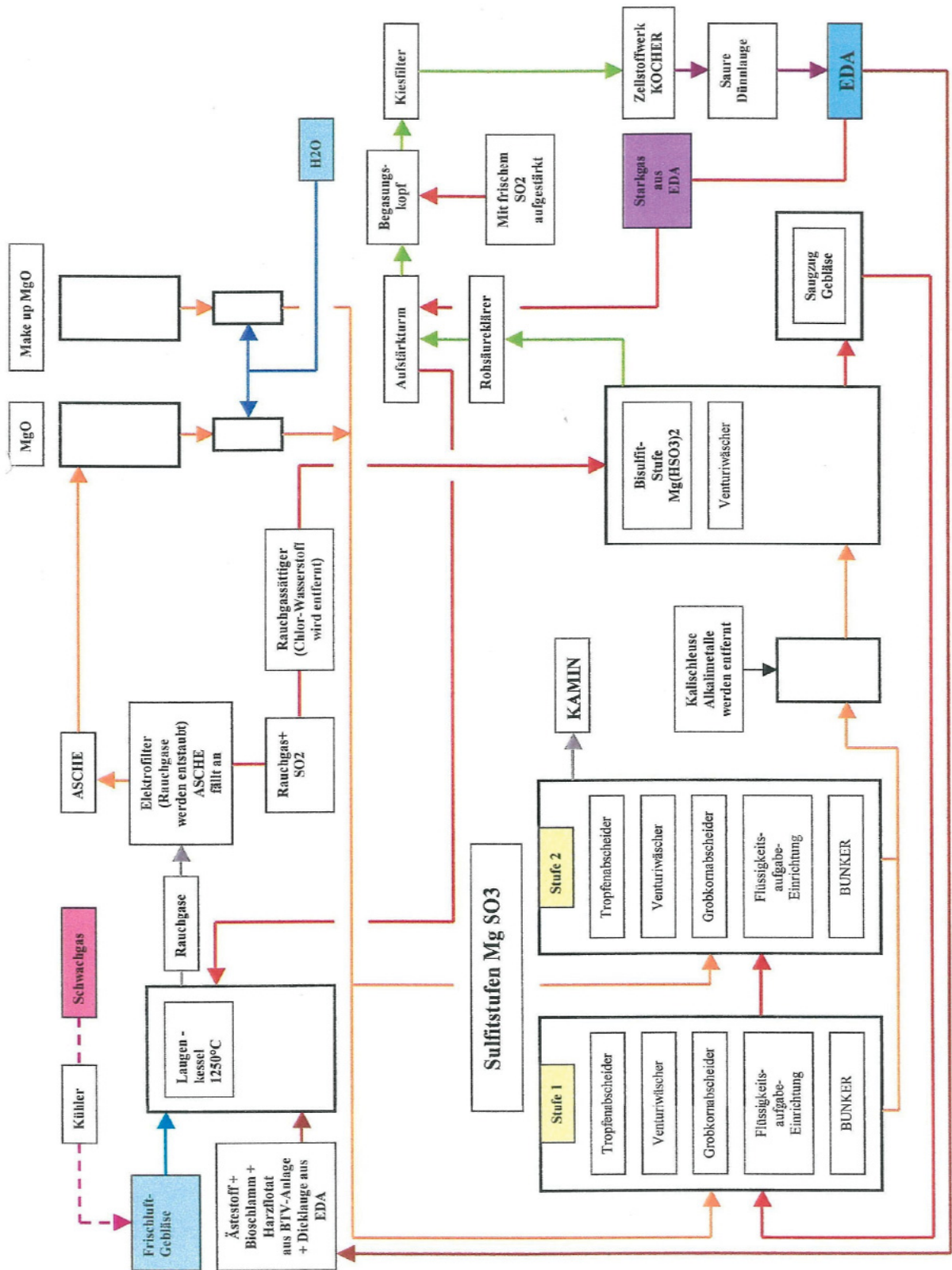


Abbildung 8: Fließschema Chemikalienrückgewinnung



Um einen wirtschaftlichen Verbrennungsvorgang der Sulfitablaue gewährleisten zu können, muss diese vorher in der **Eindampfanlage** (firmenintern EDA) auf einen Trockengehalt von mindestens 50 % eingedampft werden.

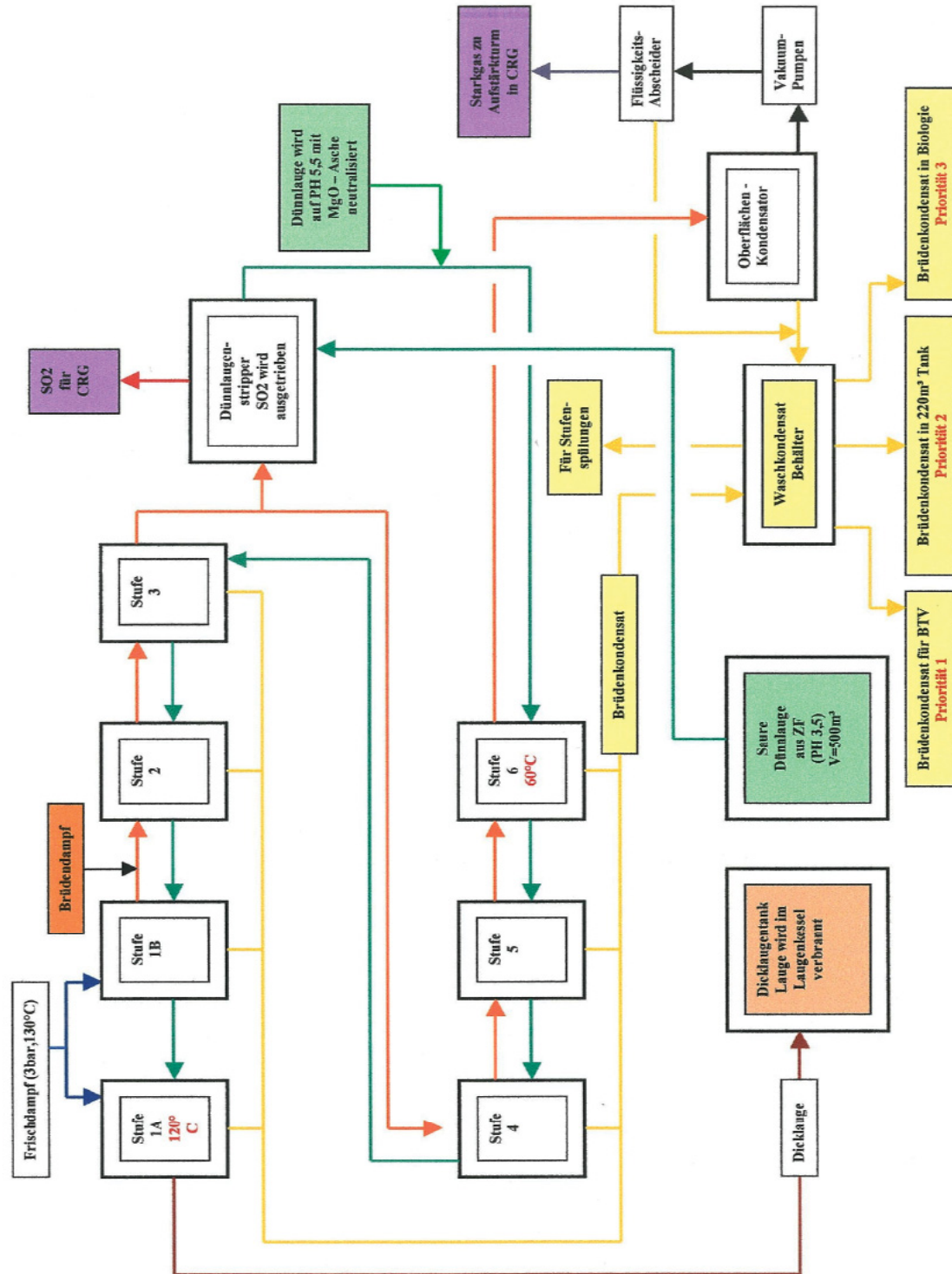


Abbildung 9: Fließschema Eindampfanlage





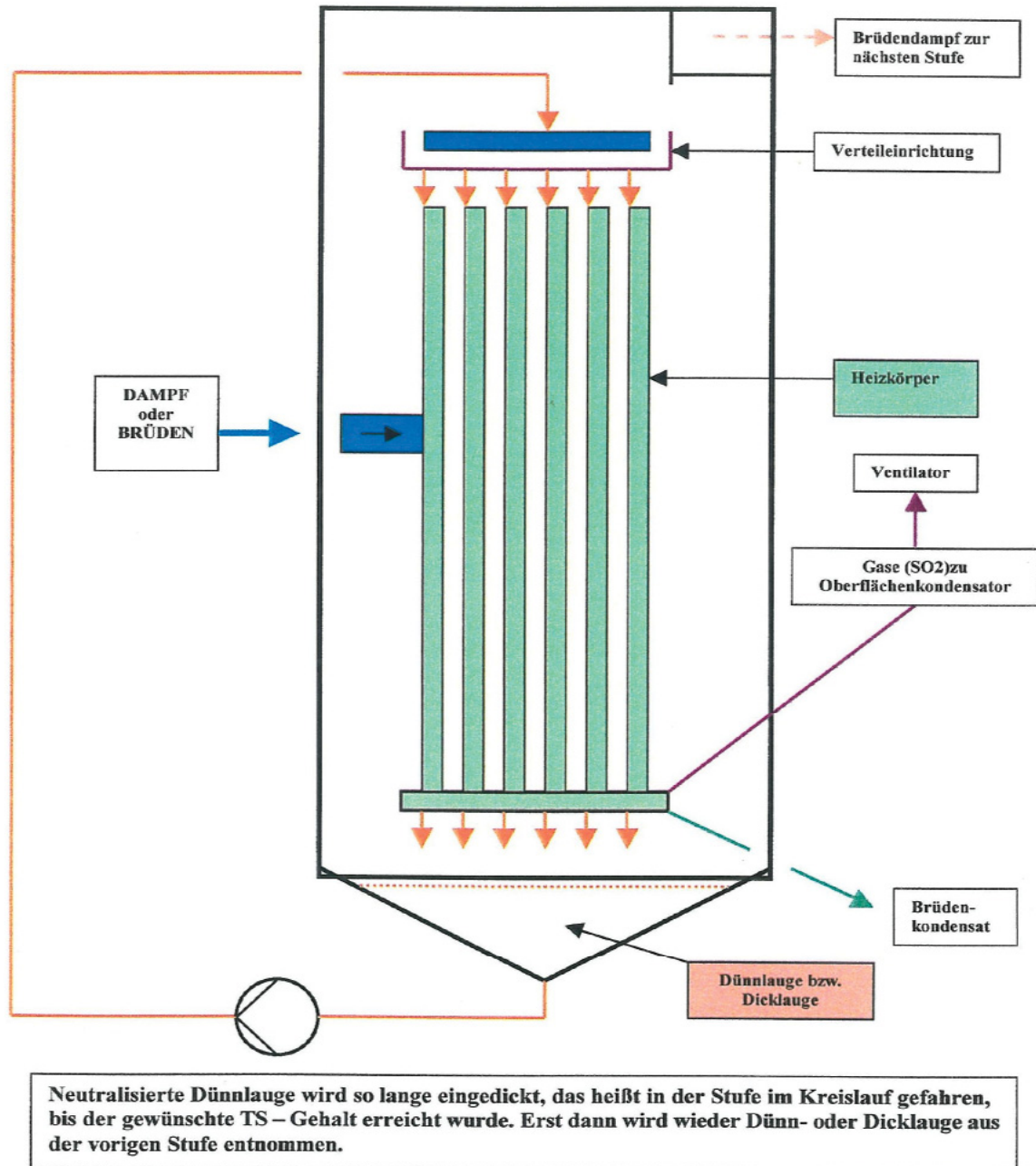
Diese Anlage ist als Rosenblatt-Plattenwärmetauscher mit integriertem Dünnsaugenstripper ausgelegt und besteht aus sieben nach dem Vakuumprinzip arbeitenden Verdampferstufen.

Durch das Vakuumprinzip wird auch noch in der letzten Stufe bei nur mehr 60°C eine Verdampfung erreicht. Die Anlage ist darauf ausgelegt, dass sie 50 t/h Dünnsauge mit einer Temperatur von 80°C und einem Trockensubstanzgehalt von 11 % auf eine Dicklauge von 10 t/h mit einer Temperatur von 90°C und einem Trockengehalt von 56 % eindampfen kann. Die Dünnsauge durchläuft diese Stufen im Gegenstromprinzip (6, 5, 4, 3, 2, 1b, 1a) wobei die einzelnen Verdampferstufen jeweils mit dem Dampf der vorherliegenden Stufe beheizt werden. Vor dem Eintritt in die 6.Stufe wird die Lauge (pH 3,5) mit Brüdenkondensat der Stufe 3 gestrippt und anschließend mit MgO-Asche auf einen pH-Wert von 5,5 neutralisiert. Im Dünnsaugenstripper wird SO<sub>2</sub>-Gas aus der sauren Dünnsauge mit Brüden Dampf der Stufe 3 ausgetrieben.

Der aus der letzten Stufe (6.Stufe) austretende Dampf wird am Oberflächenkondensator niedergeschlagen, wobei das anfallende Kondensat eine Temperatur von 45°C aufweist. Dieses Kondensat ist so verunreinigt, dass es einer biologischen Klärung bedarf. Da jedoch die Einleittemperatur in eine biologische Kläranlage 35°C nicht überschreiten darf, muss eine Abkühlung mit Frischwasser in einem Wärmetauscher erfolgen. Diese Temperatur bezieht sich auf die Bakterien in der Kläranlage, da diese bei einer Temperatur jenseits von 35°C nicht mehr überleben und somit den biologischen Abbau nicht mehr sicherstellen können. Das Frischwasser, welches über den Wärmetauscher geleitet wird, wird zur Rohwasseraufbereitung rückgeführt.

Ebenfalls ist auch eine Stufenspülung der einzelnen Stufen mit Brüdenkondensat möglich. Die zu spülende Stufe wird zu diesem Zweck mit Waschkondensat befüllt, um die Ablagerungen, die sich während dem Betrieb bilden, zu entfernen. Die Entleerung der Stufen erfolgt wahlweise in den sauren Dünnsaugentank oder direkt in die Biologie. Überläufe bei den einzelnen Stufen sind nicht vorhanden.





- Dünnlauge bzw. Dicklauge ———
- Dampf oder Brüden Dampf ———
- Brüden Dampf in nächste Stufe ———
- Brüdenkondensat ———

Abbildung 10: Verdampferstufe







Die Abwässer der Biotrockensubstanzverwertung (BTV) und der Eindampfanlage werden wiederum in einem Kanal (Brüdenkondensat) gesammelt und in die biologische Abwasserreinigungsanlage eingeleitet.

### 3.1.2 Zellstofffabrik

Grundsätzlich besteht die Zellstofffabrik aus zwei Hauptteilen:

- Kocherei
- Bleicherei

#### **Kocherei:**

Als Rohstoff für die Zellstoffproduktion dienen Hackschnitzel aus Fichtenholz. Dieses mit dem LKW angelieferte Hackgut aus der Umgebung wird bei der Übernahme überprüft und anschließend auf dem so genannten „Hackgut-Pile“ zwischengelagert. Dieser hat ein Fassungsvermögen von 140.000 Raummeter.

Zuerst gelangt das Hackgut in die Hackgutsortierung, wo gröbere Verunreinigungen sowie Sägespäne entfernt und zu große Stücke mit einer Hammermühle zerkleinert werden.

Die interne Belieferung der Zellstofffabrik erfolgt durch ein Förderband, welches das Hackgut in einen Silo fördert, wo es zwischengelagert wird. Von dort aus gelangen die Hackschnitzel in die Kocher.

Die Kocherei verfügt über 3 Kocher mit einem Volumen von je 225 m<sup>3</sup>, in denen das Hackgut mittels des Magnesiumbisulfitverfahrens zur Zellulose aufgeschlossen wird. Dabei wird eine Menge von ca. 15.900 t Holz pro Monat verarbeitet (Trockengehalt 45 %).

Um diese Menge verarbeiten zu können, müssen täglich etwa 5,3 Kochvorgänge durchgeführt werden.

Dazu muss das Hackgut mit einem Förderband in die Kocher eingetragen und mit Dampf mit 12 bar Druck verdichtet werden. Zusätzlich muss jeder Kocher noch mit ca. 105 m<sup>3</sup> Rohsäure aus der Chemikalienrückgewinnung und 700 kg flüssigem SO<sub>2</sub> beschickt werden.





Abbildung 12: Zellstoffkocher

Um die Kochsäure auf die gewünschte Temperatur von 133 – 136°C zu bringen, wird diese mittels einer Umwälzpumpe über einen Wärmetauscher geführt, der wiederum mit 3 bar Dampf vom Kesselhaus betrieben wird.

Nach einer Kochzeit von durchschnittlich 8 Stunden wird die Ablauge abgelassen und über einen Entspanner geleitet, wo das restliche  $\text{SO}_2$  – Gas entweichen kann. Dieses Gas wird anschließend wieder in der chemischen Rückgewinnung zur Aufstärkung der frischen Rohsäure verwendet. Ein zusätzlicher Filtratkühler kühlt die Lauge auf ca. 90°C herunter, um die Geruchsbelästigung zu reduzieren. Der Entspanner oder Gaskühler und der Filtratkühler sind in Serie geschaltet und werden mit Frischwasser betrieben, welches dann direkt in die Ybbs eingeleitet wird.

Die Ablauge wird danach in die Eindampfanlage (EDA) ins Kesselhaus gepumpt, wo sie wie bereits oben erwähnt in mehreren Verdampferstufen eingedampft und dann im Laugenkessel verbrannt wird.

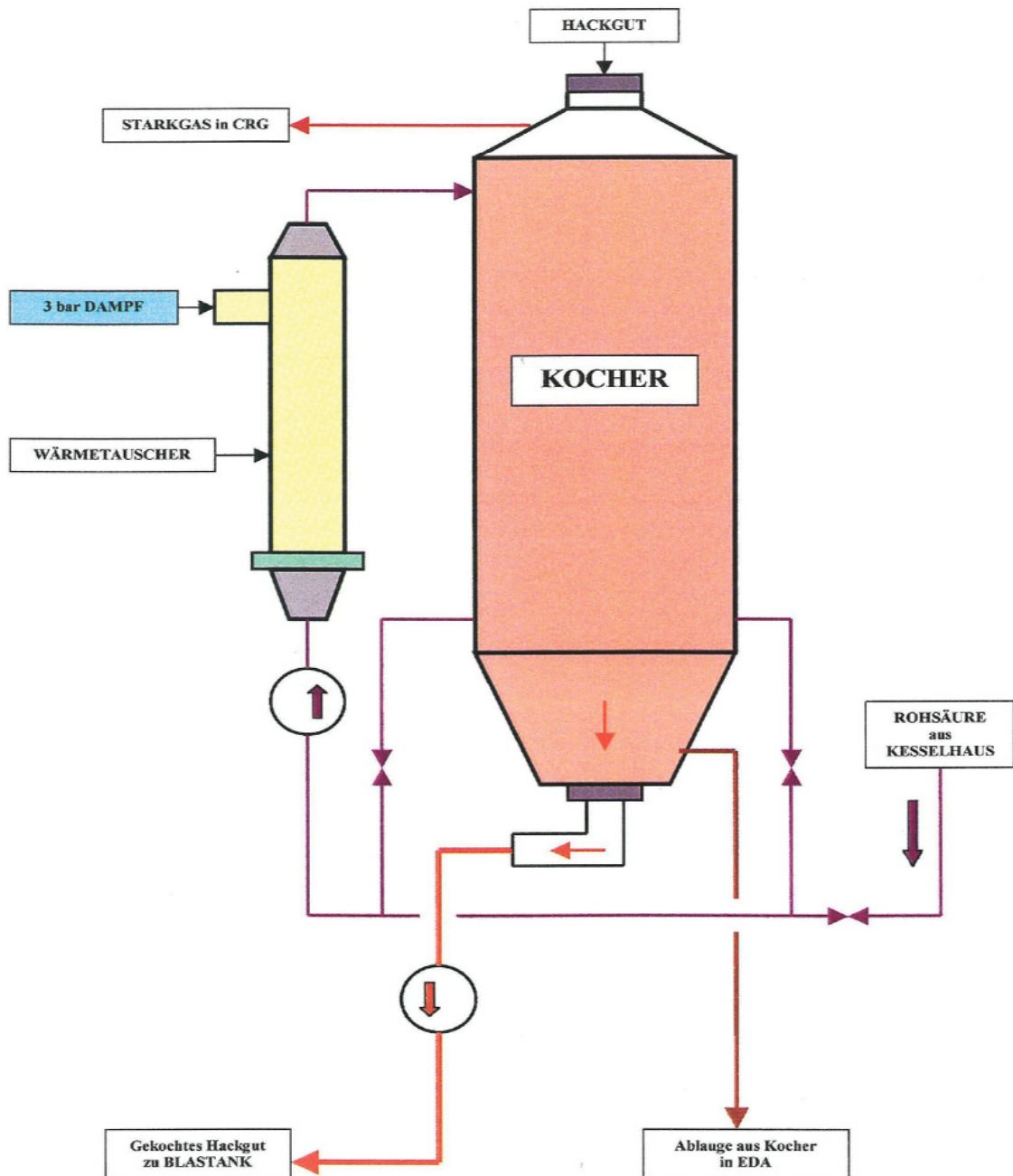


Abbildung 13: Skizze eines Kochers



Das nun gekochte Hackgut bzw. der Zellstoff wird nun in einen Blastank mit einem Fassungsvermögen von 800 m<sup>3</sup> gepumpt. Vorher wird jedoch Filtrat aus dem Filtratbehälter, der vom Chemiewäscher 1, der Sortierung und dem Druckfilter versorgt wird, beigemischt, um den Zellstoff auf einen TS – Gehalt von 3,5 % zu bringen. Überschüssiges Filtrat wird ebenfalls der Eindampfanlage zugeführt und dort verwertet.

Nun gelangt der Zellstoff in die „ungebleichte Sortierung“. Diese besteht im Wesentlichen aus dem Chemiewäscher 1, der als Langsiebwäscher ausgeführt ist, und der Faserlinie/Druckfilter. Hier werden noch restliche Säuren- und Ligninbestandteile ausgewaschen und schlecht aufgeschlossene Bestandteile wie Äste aussortiert.

Der Druckfilter wird mit Heißwasser aus dem Heißwasserbehälter betrieben. Dieser wiederum wird vom Kesselhaus (Wärmetauscher 2 der Eindampfanlage) und vom Bleichereiwärmetauscher befüllt.

### **Bleicherei:**

Die Bleicherei dient dazu, den Zellstoff auf 85 – 90 „Weißepunkte“ zu bringen. Der Zellstoff wird dazu im so genannten Standrohr mit den Bleichchemikalien (Sauerstoff, Natronlauge und Wasserstoffperoxid) versetzt. Danach wird er in den 30 m hohen EOP – Turm gepumpt. Hier hat der Zellstoff eine Temperatur von 80°C, einen pH-Wert von 11,5 und einen TS – Gehalt von etwa 10 %.

Nach einer Verweilzeit von 1,5 – 2 Stunden gelangt der Zellstoff in den Zwischenbehälter VD2, wo er mit Bleichfiltrat, das beim Chemiewäscher 2 anfällt, auf einen TS – Gehalt von 2 % gebracht wird.

Im anschließenden Chemiewäscher 2 wird der Zellstoff wiederum gewaschen und dann in den Zwischenbehälter VD1 gepumpt. Von dort ausgehend gelangt der Zellstoff in den Filter 2, wo er auf einen TS – Gehalt von 15 % eingedickt wird. Dann gelangt der nochmals mit Bleichchemikalien angereicherte Zellstoff in den Bleichturm P1, von wo aus er nach einer durchschnittlichen Aufenthaltszeit von 4,5 – 5 Stunden, einer Temperatur von 80 °C und einem pH – Wert von 10,3 zum Filter 3 gelangt und wieder eingedickt wird.

Das bei den Filtern 2 und 3 anfallende Abwasser wird über einen Wärmetauscher geführt und der Biologie als Bleichereiabwasser zugeführt. Der Wärmetauscher wird mit Frischwasser versorgt und dieses Wasser wird nach der Erwärmung durch den Wärmetauscher in den Heißwasserbehälter eingeleitet.





In der Nachsortierung, oder auch Cleaner – Stufen genannt, werden die nicht bleichbaren Verunreinigungen aus dem Zellstoff entfernt.

Auf der anschließenden Entwässerungsmaschine wird der Zellstoff auf einen TS – Gehalt von 45 % gebracht. Das dabei anfallende Abwasser wird ebenfalls im Abwasserbehälter gesammelt und in die Biologie eingeleitet.

Der Zellstoff wird dann nur mehr im Trockner (Prototypanlage) auf einen TS – Gehalt von 90 % gebracht, gepresst und gelagert bzw. der Papierfabrik geliefert.

Die **Wasserversorgung** der Zellstofffabrik wird durch die Kläranlage des Kesselhauses sichergestellt.

Die Entnahme von Frischwasser erfolgt direkt aus dem Reinwasserbecken der Kläranlage des Kesselhauses. Das Wasser gelangt von dort aus in eine eigene Pumpenstube der Zellstofffabrik. Von dort aus wird mittels einer Pumpe (M 7067) das Wasser den verschiedenen Verbrauchern zugeführt. Diese wären:

- Gas- und Filtratkühler
- Sperrwässer für die Kocherei und Bleicherei
- Wuchtschüttler
- Harzflotation
- Filter 2 und 3
- Opazilanlage
- Entwässerungsmaschine
- Wärmetauscher Abwasserbehälter
- Diverse Kleinabnehmer

Weiters werden von dieser Leitung noch der Pulper und der Retourwasserturm der Papiermaschine 4 versorgt.

Zusätzlich zum Frischwasser bekommt die Zellstofffabrik auch Warmwasser vom Kesselhaus bzw. von der dort befindlichen Eindampfanlage.



Die Dampfversorgung wird, wie schon vorher erwähnt durch das Kesselhaus sichergestellt. Das dabei anfallende Kondensat wird wieder in das Kesselhaus in den Kondensatbehälter gepumpt, aufbereitet und anschließend wieder verdampft.

### 3.1.3 Papierfabrik

Die Papierfabrik besteht aus zwei Papiermaschinen (PM 3 und PM 4), die als Langsiebpapiermaschinen ausgeführt sind, sowie den zur Papiererzeugung nötigen Zusatzaggregaten.

Die Produktionskapazität der beiden Papiermaschinen beträgt ca. 10.000 t pro Monat. Die Belieferung der Rohfaserstoffe wird einerseits durch das eigene Zellstoffwerk (ca. 4.000 t/Monat) und andererseits durch Zukäufe (ca. 4.000 t/Monat) sichergestellt.

Die PM 3 produziert ungefähr 2.400 t pro Monat und die PM 4 7.600 t pro Monat Papier mit Flächengewichten von 40 – 300 g/m<sup>2</sup>.

Die angelieferten Zellstoffballen werden im **Pulper** mit Hilfe von Wasser und integrierten Zerkleinerungswerkzeugen aufgelöst. Dazu kommen noch Farbadditive aus der Farbdosierstation bzw. **Hilfsstoffaufbereitung** (gespeist durch Frischwasser aus dem Vogelpumpennetz und der Dynasandanlage).

Danach gelangt der nunmehr färbige Faserbrei über die Ableerbütte zu den Refinern. In den Refinern wird der Zellstoff gemahlen, ohne dass dabei die Fasern zerstört werden. Eine gewisse Menge an wieder aufbereitetem Ausschuss wird ebenfalls beigemischt.

Von den Refinern ausgehend wird der Zellstoffbrei in die **Arbeits- oder Maschinenbütte** geleitet, wieder verrührt und anschließend auf die Papiermaschine geleitet.

Die Papiermaschinen teilen sich in folgende Einheiten auf:

- Siebpartie
- Nass- oder Pressenpartie
- Vortrocken – und Nachtrockenpartie

Die **Siebpartie** beginnt am Anfang der Papiermaschine und endet an jener Stelle, an der die noch feuchte Bahn abgenommen werden kann.

Der nunmehr homogene Faserbrei wird über einige Zwischenschritte zum Stoffauflauf geleitet. Der Stoffauflauf reguliert den Ablauf des stark mit Wasser versetzten Faserbreis auf ein endlos umlaufendes Langsieb. Die darauf stattfindende Entwässerung und seitliche







Einarbeitung eines Wasserzeichens verwendet wird. Der Gautschbruchpulper befindet sich unterhalb des Langsiebes und hat die Aufgabe die eventuell vor der Pressenpartie abgerissene feuchte Papierbahn wieder aufzunehmen, zu zerkleinern, aufzulösen und schließlich den Brei wieder der Arbeits- oder Maschinenbütte zuzuführen.

Das in dieser Stufe anfallende Abwasser wird als Siebwasser 1 aufgefangen und dem Prozess als Kreislaufwasser zur erneuten Verdünnung wieder zugeführt.

Anschließend gelangt das Papier in die Nass- oder Pressenpartie. Das ist ein System von gegeneinander stehenden Walzen, deren Aufgabe es ist, als letzte Stufe der mechanischen Entwässerung in der Papiermaschine den Trockengehalt der Papierbahn auf etwa 48-50 % zu steigern.

Wichtig ist auch, dass die PM 4 vier Presszonen besitzt, wohin gegen bei der PM 3 nur drei solche Presszonen installiert sind. Das wirkt sich dahingehend aus, dass der Trockengehalt dort nur auf ca. 43 % gesteigert werden kann.

Das Abwasser dieses Abschnittes gelangt in das Siebwasser 2, welches auch wieder dem Prozess zugeführt wird.

In der Vortrockenpartie und in der Nachtrockenpartie wird die Papierbahn über große dampfbeheizte Zylinder geleitet und langsam getrocknet.

Weitere wasserrelevante Aggregate in diesem Abschnitt wären auch der Popepulper und der Speedcoaterpulper. Diese beiden haben die Aufgabe eventuell anfallenden Abriss aufzunehmen, zu zerkleinern, zu verdünnen und wieder dem Prozess zuzuführen.

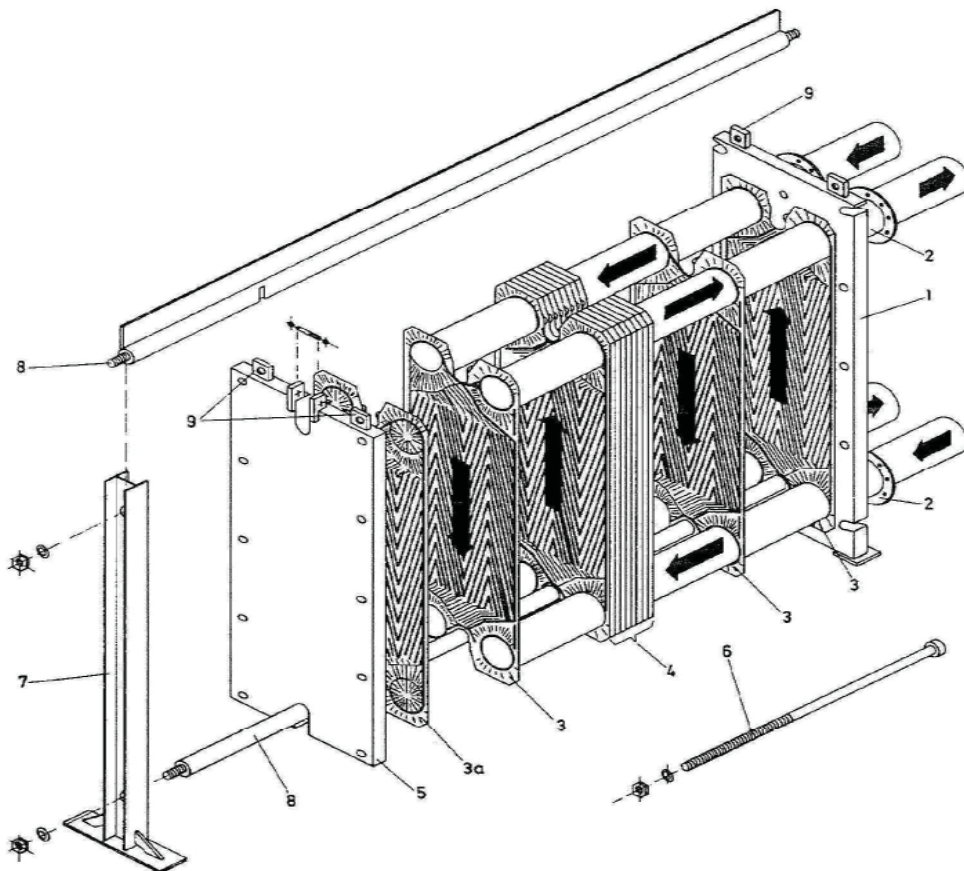
Die Vor- und die Nachtrockenpartie sind reine thermische Trockner, die das Kapillarwasser innerhalb der porösen Struktur des Papiers mittels Wärme in die Dampfphase überführt. Der Abtransport des verdunsteten Wassers erfolgt über die Umgebungsluft, die ständig ausgetauscht wird. Dabei wird ein Trockengehalt von 95 % erreicht.

Als Wärmelieferant dient 3 bar – Dampf mit einer Temperatur von 150 °C aus dem Kesselhaus. Um einen zu hohen Temperaturanstieg zu vermeiden, durchläuft der Dampf die Trockenzylinder im Gegenstrom. Das bei beiden Papiermaschinen anfallende Kondensat wird in einem gemeinsamen Kondensatsammelbehälter gesammelt und wieder in das Kesselhaus rückgeführt, wo es aufbereitet und wieder verdampft wird.

Das für die Papiererzeugung benötigte Wasser kann durch den fast geschlossenen Kreislauf wieder in das System zurückgeführt und wieder bei z.B. der Zellstoffauflösung oder bei den Pulpern eingesetzt werden. Nur bei Stillständen oder Farbwechseln muss das eingesetzte Wasser aus dem Retourwasserbehälter entfernt und durch Frischwasser ersetzt werden.



Dabei muss das heiße Wasser über Wärmetauscher (mit Frischwasser betrieben) gekühlt und über den Retourwasserkanal PM 3 und 4 in die Biologie eingeleitet werden. Dabei werden wie auch in der Zellstofffabrik Plattenwärmetauscher mit Gegenstromfahrweise eingesetzt. Diese haben den Vorteil, dass sie eine große spezifische Oberfläche haben und somit auch einen hohen Wirkungsgrad aufweisen. Der Nachteil liegt aber in relativ kurzen Wartungsintervallen. In der Papierindustrie sind aber auch Rohrbündelwärmetauscher gängig. Sie zeichnen sich durch geringen Wartungsaufwand aus, der Nachteil liegt aber bei der geringen Wärmeübertragungsfläche und dem daraus resultierenden kleineren Wirkungsgrad.



**Bild 4.17 Platten-Wärmeübertrager als Gegenstromapparat**  
 1 Gestellplatte  
 2 Anschlußstutzen  
 3 Wärmeaustauschplatte  
 3a Endplatte  
 4 Plattenpaket  
 5 beweglicher Deckel  
 6 Spannschraube  
 7 Gestellstütze  
 8 Tragwellen  
 9 Transportösen

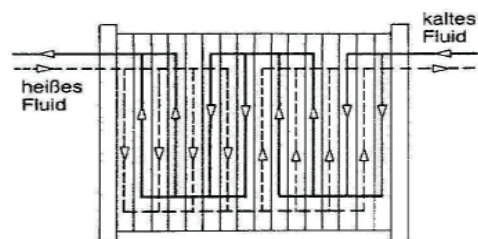


Abbildung 15: Plattenwärmetauscher im Gegenstrombetrieb



Ebenso müssen bei Stillständen sämtliche Behälter und Bütten (Gautschbruchpulper, Popapulper, Ausschussbütte usw.) entleert und gereinigt werden, um Farbreste aus dem System zu entfernen. Dieses bei der Entleerung anfallende Abwasser wird dann als „Abwasser restliche Papierfabrik“ bezeichnet und ebenfalls in die Biologie eingeleitet.

### 3.1.4 Biologische Abwasserreinigungsanlage ( BARA )

In die biologische Abwasserreinigungsanlage werden die gesamten Abwässer des Werkes Kematen, mit Ausnahme von Oberflächen- und Regenwasser, eingeleitet.

Die Anlage besteht aus 2 Hauptteilen:

- mechanische Stufe
- biologische Stufe

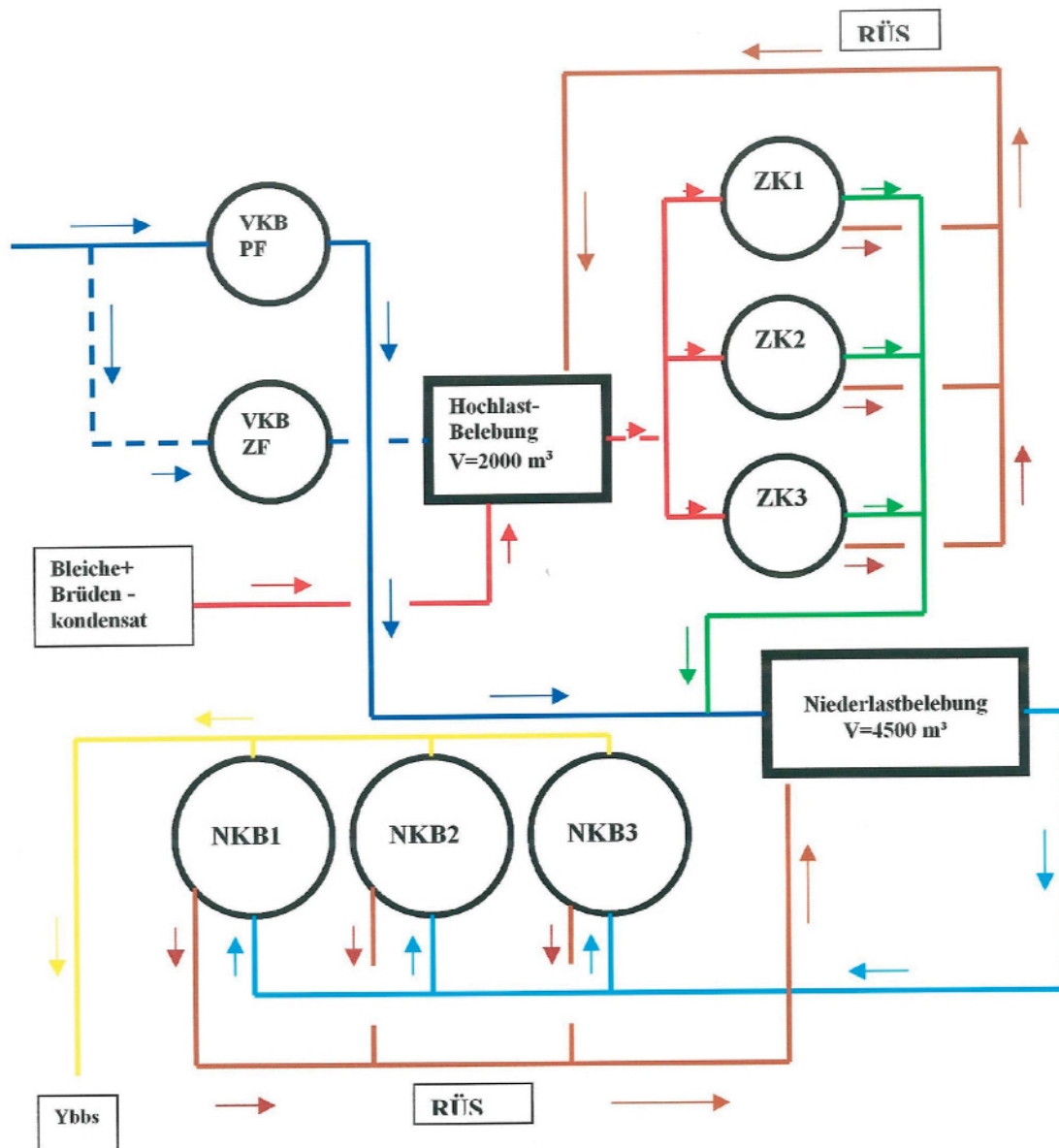
Die mechanische Kläranlage hat die Aufgabe spezifisch schwerere Teile als Wasser auszuscheiden. Die biologische Stufe baut anschließend Verunreinigungen mit Hilfe von Mikroorganismen ab. Um eine negative Beeinträchtigung der Mikroorganismen zu verhindern, sollte die Einleittemperatur des Abwassers nicht höher als 35 °C sein.

Aus den Pumpenvorlagen Papierfabrik und Zellstofffabrik werden die anfallenden Abwässer mittels 4 Kreiselpumpen in das Rechengerinne gepumpt. Die Pumpen haben eine Förderleistung von je 190 m<sup>3</sup>/h und eine Druckdifferenz von 3 bar. Im Rechengerinne werden die im Abwasser enthaltenen Grobstoffe wie Holz oder Kunststoffteile durch den eingebauten Feinrechen, der händisch gereinigt werden muss, herausgefiltert.

Die durchschnittlichen Zulaufmengen aus der Papierfabrik betragen ca. 150 – 180 m<sup>3</sup>/h, aus dem Kesselhaus ca. 100 – 150 m<sup>3</sup>/h und aus der Zellstofffabrik ca. 80 – 100 m<sup>3</sup>/h.

Danach gelangen die Abwässer über einen Ausgleichsbehälter, der als Pufferbehälter bei Abwasserspitzen dient, in die 2 Vorklärbecken. Diese dienen als reine Absetzbecken in denen die im Abwasser enthaltenen Fasern, sowie Schwebeteilchen (vor allem der als Füllstoff verwendete Kalk) entfernt werden. Der dabei anfallende Schlamm wird mittels einer Winkelpresse entwässert und einer externen Verwertung (Ziegelfabrik) zugeführt.





- VKB- PF = Vorklärbecken Papierfabrik ( V = 600 m<sup>3</sup> )
- VKB- ZF = Vorklärbecken Zellstoff ( V = 600 m<sup>3</sup> )
- ZK 1 = Zwischenklärung 1 ( V = 600 m<sup>3</sup> )
- ZK 2 = Zwischenklärung 2 ( V = 600 m<sup>3</sup> )
- ZK 3 = Zwischenklärung 3 ( V = 600 m<sup>3</sup> )
- NKB 1 = Nachklärbecken 1 ( V = 1 700 m<sup>3</sup> )
- NKB 2 = Nachklärbecken 2 ( V = 1 700 m<sup>3</sup> )
- NKB 3 = Nachklärbecken 3 ( V = 1 700 m<sup>3</sup> )
- RÜS = Rücklaufschlamm

Abbildung 16: Fließschema der biologischen Abwasserreinigungsanlage



Nach den Vorklärbecken gelangen 50 % des Überlaufs in die Hochlastbelebung und 50 % in die Niederlastbelebung. In diesen Becken findet die biologische Reinigung statt.

Die Hochlastbelebung ist in 2 Becken mit je 1.000 m<sup>3</sup> Volumen aufgeteilt. Nach der Hochlastbelebung gelangt das Abwasser in die Zwischenklärung und dann ebenfalls in die Niederlastbelebung (Fassungsvermögen 4.500 m<sup>3</sup>). Als letzte Stufe vor dem Einleiten in die Ybbs oder den Vorfluter wird der biologische Schlamm in 3 Nachklärbecken sedimentiert.

Das in der Eindampfanlage mit SO<sub>2</sub> angereicherte saure Brüdenkondensat und das bei der Zellstoffproduktion anfallende Bleichereiabwasser wird auch über vorgeschaltete Neutralisationen in die Hochlastbelebung eingeleitet.

Die Frischwasserversorgung der Biologie wird auch durch die Kläranlage des Kesselhauses sichergestellt.

### 3.2 Klassifizierung der verschiedenen Wasserströme im Werk

Im Werk Kematen unterscheidet man zwischen folgenden Wasserströmen:

- Rohwasser
- Frischwasser
- Kühlwasser
- Vogelpumpenwasser
- Dynasandwasser
- Axprowasser
- Kondensat
- Abwasser

#### Rohwasser:

Als Rohwasser wird in Kematen jenes Wasser bezeichnet, welches direkt aus der Ybbs entnommen wird. Dieses Wasser steht dann, nachdem es eine Reinigung durchlaufen hat, den verschiedenen Verbrauchern im Werk zur Verfügung.



Frischwasser:

Als Frischwasser wird das gereinigte Rohwasser bezeichnet. Es wird von der Rohwasserkläranlage des Kesselhauses ausgehend zu den Verbrauchern im Werk (PM 3 und 4, Zellstofffabrik, BARA) zugeführt.

Kühlwasser:

Unter Kühlwasser versteht man jenes Wasser, dass zur Kühlung verschiedener Aggregate im Werk verwendet wird. Diese wären z.B. Anlagenteile bei den Papiermaschinen, wie die Speedcoaterkühlung oder die Vakuumpumpenkühlung.

Das Kühlwasser wird aus dem Frischwasserstrom entnommen.

Vogelpumpenwasser:

Vogelpumpenwasser ist Dynasandwasser und wird von den Vogelpumpen den verschiedenen Verbrauchern im Werk zugeführt. Die Bezeichnung „Vogelpumpenwasser“ bezieht sich rein auf den Markennamen der Pumpen.

Das Vogelpumpennetz ist ein eigenes Rohrleitungsnetz im Werk, welches verschiedene Aggregate der Papiermaschinen, die Hilfsstoffaufbereitung und auch die Stoffaufbereitung versorgt.

Dynasandwasser:

Dynasandwasser wird in der so genannten Dynasandanlage gereinigt und gelangt dann über eigene Rohrleitungen zu den Papiermaschinen 3 und 4 sowie auch in das Vogelpumpennetz.

In der Dynasandanlage wird Sand durch ein besonderes Drucklufthebesystem in ständiger Bewegung gehalten und durch eine Wasserspülung von Verschmutzungen gereinigt. Das zu reinigende Wasser durchfließt dann im Gegenstrom zum Sand den Filter.





Axprowasser:

Wasser, welches die Axpro – Filteranlage durchläuft, wird als Axprowasser bezeichnet. Die Axproanlage besteht im Wesentlichen aus einem Flockungsbehälter, einem Lamellenklärer und der Dynasandanlage.

Dieses Wasser gelangt nach einer nachfolgenden Entsalzung zu den Dampfkesseln, wo es verdampft wird und der Fabrik als Frischdampf zu Verfügung steht.

Kondensat:

Kondensat entsteht in den Trocknungsanlagen der Papierfabrik, in der Kocherei der Zellstofffabrik und in der Eindampfanlage. Es wird zentral in einem Kondensatsammelbehälter gesammelt, gereinigt und anschließend wieder den Dampfkesseln zur Verdampfung zugeführt.

Abwasser:

In Kematen wird zwischen folgenden Abwasserströmen unterschieden:

- Papierfabrik:            Abwässer restliche Papierfabrik  
                                  Retourwasser der Papiermaschinen 3 und 4
- Zellstoffwerk:            Bleicheabwässer  
                                  Abwässer restliche Zellstofffabrik
- Kesselhaus:              CRG – Abwasser (C<sub>h</sub>emikalien R<sub>u</sub>ckg<sub>e</sub>winnung)  
                                  Brüdenkondensat

Mit „Abwasser restliche Papierfabrik“ sind sämtliche Abwässer oder Flüssigkeiten gemeint, die bei Behälterentleerungen, Reinigungsarbeiten oder bei normalem Produktionsablauf in den Sammelkanal der Papierfabrik gelangen.

Das „Retourwasser der Papiermaschinen 3 und 4“ fällt bei der Entleerung der Retourwasserbüten bei Farbwechseln an. Es kann einen pH-Wert zwischen 6,5 und 13 und



eine Temperatur von 20 – 40°C aufweisen. Die Zulaufmenge schwankt zwischen 100 bis 300 m<sup>3</sup>/h.

„Bleicheabwässer“ aus dem Zellstoffwerk weisen nur einen sehr geringen Anteil an Feststoffen auf. Der pH-Wert des Abwassers bewegt sich zwischen 6,8 und 8,5 und die Zulauftemperatur liegt zwischen 35 und 37 °C.

Die Abwässer der „restlichen Zellstofffabrik sind in etwa mit jenen der restlichen Papierfabrik gleichzusetzen. Auch sie enthalten hauptsächlich Faserbestandteile und alle in den Sammelkanal eingetragenen Hilfsstoffe, wie Laugen oder Säuren.

Die Hauptbestandteile von „CRG – Abwasser“ sind sämtliche anfallenden Abwässer von Behälterentleerungen, Reinigungsarbeiten sowie fallweise Rohsäure und Brüdenkondensat. Auch hier wiederum sind die Temperatur (8 – 45 °C) und der pH-Wert (2 – 10) sehr stark schwankend.

Im „Brüdenkondensat“ finden sich hauptsächlich Stoffe wie Schwefeldioxid, Essigsäure, Ameisensäure oder Methanol. Der pH-Wert (2,2 – 2,8) und die Temperatur (30 – 35 °C) sind zwar relativ konstant, jedoch schwankt die Zulaufmenge (20 – 90 m<sup>3</sup>/h) häufig sehr stark.





## 4 Bilanzierungen

Um eine plausible Wasserbilanz des Papier- und Zellstoffproduktionsstandortes Kematen erstellen zu können, ist es notwendig, den gesamten Standort in kleinere Unterbilanzräume aufzuteilen.

Diese wären:

- Bilanzraum Pumpenstube und Kesselhaus
- Bilanzraum Zellstofffabrik
- Bilanzraum Papierfabrik
- Bilanzraum biologische Abwasserreinigungsanlage

Dies ist aus folgenden Gründen erforderlich:

- Durch die Aufteilung in Unterbilanzräume ist es leichter die Übersicht zu bewahren.
- Alle Teilströme kann man nicht in einer übersichtlichen Bilanz erfassen.
- Die Theorie schreibt ein solches Vorgehen vor.
- Teilbilanzen von den einzelnen Einheiten im Werk sind auch innerbetrieblich erwünscht.

Im Zuge der Diplomarbeit wurde zur besseren Übersicht ein erweitertes Grundfließbild des Papier- und Zellstoffproduktionsstandortes Kematen (siehe Anhang) angefertigt. Auf diesem Flow-sheet sind alle bilanzmäßig relevanten Produkt-, Dampf- und Wasserströme eingezeichnet. Die Abgrenzung der einzelnen Unterbilanzräume ist auch ersichtlich und erkennbar.

Weiters wurden auch sämtliche relevanten induktiven Durchflussmengenähler sowie die gewählten Messpunkte für das mobile Ultraschalldurchflussmessgerät eingezeichnet.

An dieser Stelle soll noch erwähnt werden, dass dieses Flow-sheet kein detaillierter Rohrleitungsplan, sondern ein reiner Übersichtsplan ist, der einen Überblick über das Werk Kematen geben soll.



Um überhaupt eine Bilanz erstellen zu können, ist es notwendig, die Wasserverbrauchs- bzw. Wasserdurchflussmengen im Betrieb zu kennen.

Dazu wurden bereits vorhandene Aufzeichnungen verwendet, aber auch neue Aufzeichnungen gemacht. Dies konnte dadurch bewerkstelligt werden, dass die momentanen Durchflusswerte der fix installierten induktiven Durchflussmessgeräte (IDM's) online auf einen PC übertragen und anschließend ausgewertet wurden (EDV System Measurex). Die Daten dazu sind im Anhang I ersichtlich.

Dabei trat folgendes Problem auf:

Durch die diskontinuierliche Fahrweise der Zellstoff- und der Papierfabrik kann man fast nirgends einen konstanten Durchflusswert ablesen. Deshalb wurden alle Durchflüsse eines repräsentativen Monats gemittelt, um einen plausiblen Rechenwert zu erhalten. Der Zeitraum zwischen 13.05. und 14.06.2004 kann als ein solches betrachtet werden. In diesem Zeitraum verlief die Produktion im Normalbetrieb (inklusive aller geplanten Stillstände).

Fehlende Werte wurden dann mit einem mobilen Durchflussmessgerät gemessen und in der Bilanz ergänzt. Das Gerät wurde auch zur Überprüfung der bereits vorhandenen IDM's verwendet.

Sämtliche Tabellen, die die Durchflusswerte der IDM's, sowie die Werte der Ultraschalldurchflussmessungen beinhalten, sind im Anhang angeführt.

Hier sollen nur jene Tabellen aufscheinen, die sich auf die Input- und Outputströme beziehen. Diese stellen somit Zusammenfassungen der im Anhang angeführten Tabellen dar.



## 4.1 Bilanz der Pumpenstube und des Kesselhauses

Die Pumpenstube und das Kesselhaus wurden im Zuge der Diplomarbeit als ein eigener Bilanzraum abgegrenzt. Dabei wurden die Inputströme und die Outputströme getrennt erfasst.

### 4.1.1 Inputströme Pumpenstube und Kesselhaus

Tabelle 10: Inputströme Pumpenstube und Kesselhaus

<b>Input-Ströme Pumpenstube und Kesselhaus</b>			
<b>Rohwasser</b>	<b>Quelle</b>	<b>Menge [m³/d]</b>	<b>Menge [m³/a]</b>
Frischwasserzulauf Pumpenstube	FIQ 0001	23.382	8.534.587
Summe		23.382	8.534.587
<b>Kondensat</b>	<b>Quelle</b>	<b>Menge [m³/d]</b>	<b>Menge [m³/a]</b>
Kondensat aus der Kocherei (ZF)	MSt 1.15	192	70.080
Kondensat aus der PF	Rechenwert	336	122.640
Summe		528	192.720
<b>Rücklaufschlamm</b>	<b>Quelle</b>	<b>Menge [m³/d]</b>	<b>Menge [m³/a]</b>
Rücklaufschlamm von der BARA	Rechenwert	49	17.885
Summe		49	17.885
<b>Ablauge</b>	<b>Quelle</b>	<b>Menge [m³/d]</b>	<b>Menge [m³/a]</b>
Ablauge Zellstofffabrik	FI 0504	1.168	426.335
Summe		1.168	426.335
<b>Gesamtsumme</b>		<b>25.127</b>	<b>9.171.526</b>

Der Input in die Pumpenstube und das Kesselhaus besteht aus folgenden Wasserströmen:

- Rohwasser
- Kondensat
- Rücklaufschlamm
- Ablauge



In diesem Bilanzraum ist die Rohwassermenge mit ca. 23.000 m<sup>3</sup>/d die größte Position. Die Erfassung erfolgte mittels fix installiertem IDM.

Das Kondensat setzt sich aus dem Kondensat der Zellstofffabrik und dem Kondensat der Papierfabrik zusammen. Ein weiterer Strom wäre das Kondensat der Eindampfanlage. Dieser wird jedoch an dieser Stelle nicht berücksichtigt, da sich die Eindampfanlage innerhalb des Bilanzraumes Pumpenstube und Kesselhaus befindet und somit keinen relevanten Wasserstrom für die Bilanz darstellt. Im Kapitel 4 wird noch einmal speziell auf die Kondensatsituation eingegangen.

Der Rücklaufschlamm aus der biologischen Abwasserreinigungsanlage geht in die Biologische Trockensubstanzverwertung. Er hat einen Trockensubstanzgehalt von 6 % und einen Volumenstrom von 52 m<sup>3</sup>/d (siehe Anhang Bilanzräume BARA). Somit kann man den Wassereintrag in das System folgendermaßen berechnen:

$$52 \text{ [m}^3\text{/d]} * (1 - 0,06) \approx \mathbf{49 \text{ [m}^3\text{/d]}} \quad (10)$$

Die Ablauge aus der Zellstofffabrik geht ebenfalls in die Eindampfanlage des Kesselhauses. Die Erfassung des Volumenstroms war durch einen fix installierten IDM möglich. Eine mobile Messung konnte hier auf Grund der zu hohen Flüssigkeitstemperatur (zw. 80 und 90 °C) nicht durchgeführt werden.



## 4.1.2 Outputströme Pumpenstube und Kesselhaus

Tabelle 11: Outputströme Pumpenstube und Kesselhaus

<b>Output-Ströme Pumpenstube und Kesselhaus</b>			
Frischwasser	Quelle	Menge [m³/d]	Menge [m³/a]
Frischwasserüberlauf Absetzbecken	FIQ0002	2.337	853.103
Frischwasserüberlauf Sandkästen	Schätzwert	750	273.750
Frischwasserüberlauf Reinwasserb.	Schätzwert	750	273.750
Frischwasserversorgung Zellstofffabrik	MSt 2.1	9.318	3.400.924
Frischwasserversorgung Papierfabrik	Zählerstd.	2.521	920.242
Frischwasservers. Dynasandanlage PF	MSt 3.5	1.354	494.356
Frischwasserversorgung BARA	FQ9804	1.136	414.783
Heißwasser von WT2 der EDA	FIC0396	310	112.968
Summe		18.476	6.743.876
Abwasser	Quelle	Menge [m³/d]	Menge [m³/a]
CRG-Kanal in die Biologie	FIQ9051	1.854	676.868
Brüdenkondensat in die Biologie	FQR9017	1.507	550.026
Summe		3.361	1.226.894
Kühlwasser	Quelle	Menge [m³/d]	Menge [m³/a]
Wärmetauscher PM - Abwasser	MSt 3.1	1.598	583.416
Summe		1.598	583.416
Kondensat	Quelle	Menge [m³/d]	Menge [m³/a]
Brüdenkondensat in die Zellstofffabrik	Schätzwert	240	87.600
Summe		240	87.600
Rohsäure	Quelle	Menge [m³/d]	Menge [m³/a]
Rohsäure in die Zellstofffabrik	FI0169Q:av	486	177.275
Summe		486	177.275
<b>Gesamtsumme</b>		<b>24.162</b>	<b>8.819.061</b>

Dampf	Quelle	Menge [t/d]	Menge [t/a]
3 bar Dampf in die Zellstofffabrik	FI6074Q:av	197	71.982
3 bar Dampf in die Papierfabrik	FI86000Q:av	688	251.009
12 bar Dampf in die Zellstofffabrik	FI1710Q:av	55	20.030
Summe		<b>940</b>	<b>343.022</b>



Der Outputstrom der Pumpenstube und des Kesselhauses teilt sich in folgende Teilströme auf:

- Frischwasser
- Abwasser
- Kühlwasser
- Kondensat
- Rohsäure
- Dampf

Der Frischwasseroutput ist der größte Strom in diesem Bilanzraum. Er versorgt die Papierfabrik, die Zellstofffabrik und die biologische Abwasserreinigungsanlage. Der Überlauf des Rohwassers aus dem Absetzbecken sowie die Überläufe der Sandkästen und des Reinwasserbeckens in die Ybbs wurden ebenfalls inkludiert.

Der Heißwasseroutput in die Zellstofffabrik muss ebenfalls hier berücksichtigt werden, da Heißwasser in diesem Fall lediglich Frischwasser ist, welches durch den Wärmetauscher der Eindampfanlage aufgeheizt und somit nur thermisch verändert wurde.

Die Quellen für diese Werte waren fix installierte IDM`s und die Werte der mobilen Ultraschalldurchflussmessung sowie Schätzungen.

Zur besseren Übersicht wird hier auch noch der Frischwasseroutput der Pumpenstube und des Kesselhauses extra in einem Sankey-Diagramm (ersichtlich im Anhang) betrachtet.

Der Abwasserstrom besteht aus dem CRG-Kanal und dem Brüdenkondensat, die beide in die Biologie (BARA) geleitet werden. Die Quellen für die Werte waren auch hier wieder die fix installierten IDM`s.

Der Kühlwasserstrom ist im Wesentlichen Rohwasser aus der Ybbs, welches direkt nach den Pumpen in der Pumpenstube abgezweigt wird. Er versorgt den Wärmetauscher, der das Abwasser der Papiermaschine 4 auf die gewünschte Temperatur von 30 °C herunterkühlen soll. Der diskontinuierliche Strom wurde mit dem mobilen Ultraschallmessgerät gemessen. Leider kann an dieser Stelle keine graphische Darstellung der Durchflusscharakteristik gezeigt werden, da das Messgerät die Daten nur über eine Infrarotschnittstelle übertragen kann und so eine Einrichtung nicht verfügbar war.



Der Durchfluss wies in 30 Minutenintervallen folgende Charakteristik auf:

Tabelle 12: Durchflusscharakteristik Kühlwasserstrom

Zeit [min]	Durchfluss [m³/h]	Durchfluss [m³/d]
7,5	110,0	2.640,0
7,5	100,0	2.400,0
9,0	2,4	57,6
2,0	20,0	480,0
4,0	90,0	2.160,0

Daraus ließ sich der durchschnittliche Durchfluss berechnen:

$$(7,5 * 110 + 7,5 * 100 + 9,0 * 2,4 + 2,0 * 20 + 4,0 * 90) / 30 = \mathbf{66,6 \text{ [m}^3\text{/h]}} \quad (11)$$

$$66,6 \text{ [m}^3\text{/h]} * 24 \text{ [h/d]} = \mathbf{1.598,4 \text{ [m}^3\text{/d]}} \quad (12)$$

Zusätzlich muss noch erwähnt werden, dass dieser Wärmetauscher nur in den Monaten April bis November aktiviert ist. In den Wintermonaten ist sein Betrieb im Gegensatz zum Sommer überflüssig, da das Abwasser eine Temperatur von 30 °C haben muss (beste Bedingungen für die Abbauorganismen in der BARA) und es ohnehin auf dem Weg in die BARA von selbst auskühlt.

Das Kondensat (Brüdenkondensat) wird in die Zellstofffabrik in den 220 m³ Behälter geleitet. Dieser Wert musste geschätzt werden, da kein IDM installiert ist und auch keine mobile Messung auf Grund der zu hohen Kondensattemperatur (90 °C) durchgeführt werden konnte.

Die Rohsäure gelangt direkt zu den Kochern der Zellstofffabrik und wurde aus den Werten des IDM's gemittelt.

Die Position Dampf teilt sich in 3 bar und 12 bar Dampf für die Zellstofffabrik, sowie in 3 bar Dampf für die Papierfabrik auf. Die Mittelwerte des Volumenstromes konnten wieder von IDM's errechnet werden.

Zusätzlich muss erwähnt werden, dass die gesamte Dampferzeugung größer ist, als die angegebene Outputmenge. Das liegt daran, dass Verbraucher wie die Eindampfanlage, die



Chemikalienrückgewinnung und der Laugenkessel selbst nicht als Verbraucher oder Outputströme identifiziert wurden, da sie innerhalb der Bilanzgrenzen liegen.

Betrachtet man nun den gesamten Input und den gesamten Output dieses Bilanzraumes, so können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

Input	25.127 [m <sup>3</sup> /d]
Output	25.102 [m <sup>3</sup> /d]

Bilanzfehler:

$$\left(1 - \frac{25.102}{25.127}\right) \cdot 100\% = 0,1\% \quad (13)$$

Ein Bilanzfehler von 0,1 % ist ein absolut zufrieden stellender Wert, der maximal durch Rundungsfehler bei der Mittelwertbildung der Durchflusswerte zu Stande kommen konnte.

### Kondensat:

Die Erfassung der Kondensatströme war aus zweierlei Gründen erforderlich:

- Quantifizierung der Inputströme in das Kesselhaus
- Allgemeine Quantifizierung der Kondensate zur Verlustermittlung

Jedoch war die Kondensaterfassung nicht genau möglich, da das Messgerät bzw. die Messköpfe des Gerätes (bis max. 60 °C) nicht auf die hohe Temperatur (ca. 90 °C) des Kondensats ausgelegt waren.

Jedoch konnte durch folgende Methodik eine Kondensatbilanz erstellt werden:

Die Gesamtmenge an Kondensat, welches wieder in den Verdampfungsprozess zurückgeleitet wird, ist durch den IDM FI 0803 erfassbar. Dazu wurde der Trend bzw. das





Mittel aus dem Zeitraum zwischen 14.05. und 13.06.2004 herangezogen (Trendkurve im Anhang IV).

Diese Gesamtmenge an Kondensat setzt sich aus den Teilströmen an Kondensat aus der Papierfabrik, der Zellstofffabrik und der Eindampfanlage zusammen.

Der Dampfeintrag in die Eindampfanlage beträgt laut oben genanntem Trend (FI 0341, siehe Anhang IV) 8,3 t/h. Da mit einem Verlust von 1 t/h zu rechnen ist, beträgt der Wert für die Kondensatrückführung in den Kondensatbehälter 7,3 m<sup>3</sup>/h.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass in der Massenbilanz gilt: 1 t Dampf entspricht 1 m<sup>3</sup> Wasser

Der Kondensatstrom aus der Zellstofffabrik war der einzige Strom, der auf Grund der etwas niedrigeren Temperatur (70 °C) messbar war. Dabei konnte folgender Trend festgestellt werden:

7,5 min	15 [m <sup>3</sup> /h]
7,5 min	1 [m <sup>3</sup> /h]
7,5 min	15 [m <sup>3</sup> /h]
7,5 min	1 [m <sup>3</sup> /h]

$$(7,5 \cdot 15 + 7,5 \cdot 1 + 7,5 \cdot 15 + 7,5 \cdot 1) / 30 = 8 \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (14)$$

Somit lässt sich der Wert für die Kondensatmenge aus der Papierfabrik folgendermaßen berechnen:

$$29,3 \text{ [m}^3/\text{h]} - 8 \text{ [m}^3/\text{h]} - 7,3 \text{ [m}^3/\text{h]} = 14 \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (15)$$

Das heißt, dass die Kondensatmenge der Papierfabrik gleich der Differenz der Gesamtmenge mit den Teilen der Zellstofffabrik und der Eindampfanlage ist.

Tabelle 13: Kondensatströme

Kondensatart	Quelle	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /d]
Kondensat der Zellstofffabrik	MSt 1.15	8,0	192,0
Kondensat der Papierfabrik	Rechenwert	14,0	336,0
Kondensat der EDA	Rechenwert	7,3	175,2
Gesamtmenge Kondensat	FI 0803	29,3	703,2



Vergleich mit der Energieabrechnung Kematen vom Juni 2004 (Hr. Rittmannsberger):

Vergleicht man nun den täglichen Speisewassereinsatz zur Dampferzeugung von durchschnittlich 40.852 t, mit der Summe der Kondensatrückführung (22.153 t), so kann man einen Kondensaterfassungsgrad von 54,23 % errechnen.

Kondensaterfassungsgrad:

$$\frac{22.153}{40.852} \cdot 100 \% = 54,23 \% \quad (16)$$

Fehlerberechnung:

$$\left[ 1 - \frac{703,2 \cdot 30}{22.153} \right] \cdot 100 \% = 4,8 \% \quad (17)$$

Laut Auskunft von Hrn. Rittmannsberger betragen die spezifischen Kosten für den Einsatz des vollentsalzten Wassers zur Kondensatkompensation 1,6 €/t. Somit entstehen bei derzeitiger Fahrweise Kosten im Ausmaß von:

$$(40.852 - 22.153) \cdot 1,6 \text{ €/t} = 29.918 \text{ €/Monat} \quad (18)$$

Die Kosten von 1,6 €/t ergeben sich aus den Kosten für die Vollentsalzung, den Personalkosten und den Energiekosten.

Verbesserungsvorschläge:

Der Kondensaterfassungsgrad von ungefähr 54 % ist absolut unzufriedenstellend. Deshalb wird in der Papierfabrik an einem System zur besseren Kondensaterfassung und auch an geringerem Dampfverbrauch gearbeitet, wobei das Fernziel von minimalen Dampfverlusten in die Umgebung erreicht werden soll.

Der Kondensatverbrauch aus dem Kondensatbehälter der Papierfabrik (siehe Tabelle 4.8 Outputströme der Papierfabrik) kann nicht minimiert werden, da die angeführten Apparate



zum Betrieb heißes und vor allem voll entsalztes oder deionisiertes Wasser benötigen, um eine Verkalkung der Spritzdüsen zu verhindern.

## 4.2 Bilanz der Zellstofffabrik

### 4.2.1 Inputströme Zellstofffabrik

Tabelle 14: Inputströme Zellstofffabrik

Input-Ströme Zellstofffabrik			
Wasser	Quelle	Menge [m³/d]	Menge [m³/a]
Frischwasser Kläranlage	MSt 2.1	9.318	3.400.924
Wassergehalt der Hackschnitzel	Rechenwert	297	108.405
Rohsäure von der CRG	FI0169Q:av	486	177.275
Natronlauge (NaOH)	ficq_7203	19	6.782
Wasserstoffperoxid (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	ffrc_7225	9	3.211
Brüdenkondensat vom Kesselhaus	Schätzwert	240	87.600
Heißwasser von WT2 der EDA (KH)	FIC0396Q:av	310	112.968
Summe		<b>10.677</b>	<b>3.897.165</b>

Dampf		Menge [t/d]	Menge [t/a]
3 bar Dampf	FI6074Q:av	197	71.982
12 bar Dampf	FI1710Q:av	55	20.030
Summe		<b>252</b>	<b>92.013</b>

Die Inputströme der Zellstofffabrik gliedern sich in 2 Hauptströme auf:

- Wasserströme
- Dampfströme

Zu den Wasserströmen zählen das Frischwasser, der Wassergehalt der Hackschnitzel, die Rohsäure, die Natronlauge, das Wasserstoffperoxid, das Brüdenkondensat vom Kesselhaus sowie der Heißwasserstrom vom Wärmetauscher II der Eindampfanlage.



Der Frischwasserstrom der Zellstofffabrik wurde extra betrachtet und in einem Sankey-Diagramm dargestellt (siehe Anhang III)

Aus diesem Diagramm ist zu entnehmen, dass sich der Frischwasserstrom in Teilströme für den Gaskühler, den Wärmetauscher Abwasser, Filter 2 und 3, den Wuchtschüttler, Sperrwasser Kocherei, Harzflotation, Opazilanlage, Sperrwasser Bleicherei und die Entwässerungsmaschine aufteilt. Zu dem Strom Filter 2 und 3 zählen auch noch sämtliche diverse Kleinabnehmer und Apparate im Teil Filter, Chemiewäscher und Entwässerungsmaschine.

Die Dampfströme bestehen aus dem 3 bar und dem 12 bar Dampfstrom.

Die Quelle für die Werte in der Tabelle waren hauptsächlich wieder die Tabellen im Anhang. Eine Ausnahme bildet hier das Brüdenkondensat vom Kesselhaus. Hier musste ein Schätzwert angenommen werden, da kein IDM vorhanden ist und auch keine mobile Messung (MSt 2.6) wegen der zu hohen Temperatur ( $>60^{\circ}\text{C}$ ) möglich war.

Eine weitere Ausnahme ist der Wassergehalt der Hackschnitzel. Dieser wurde folgendermaßen berechnet:

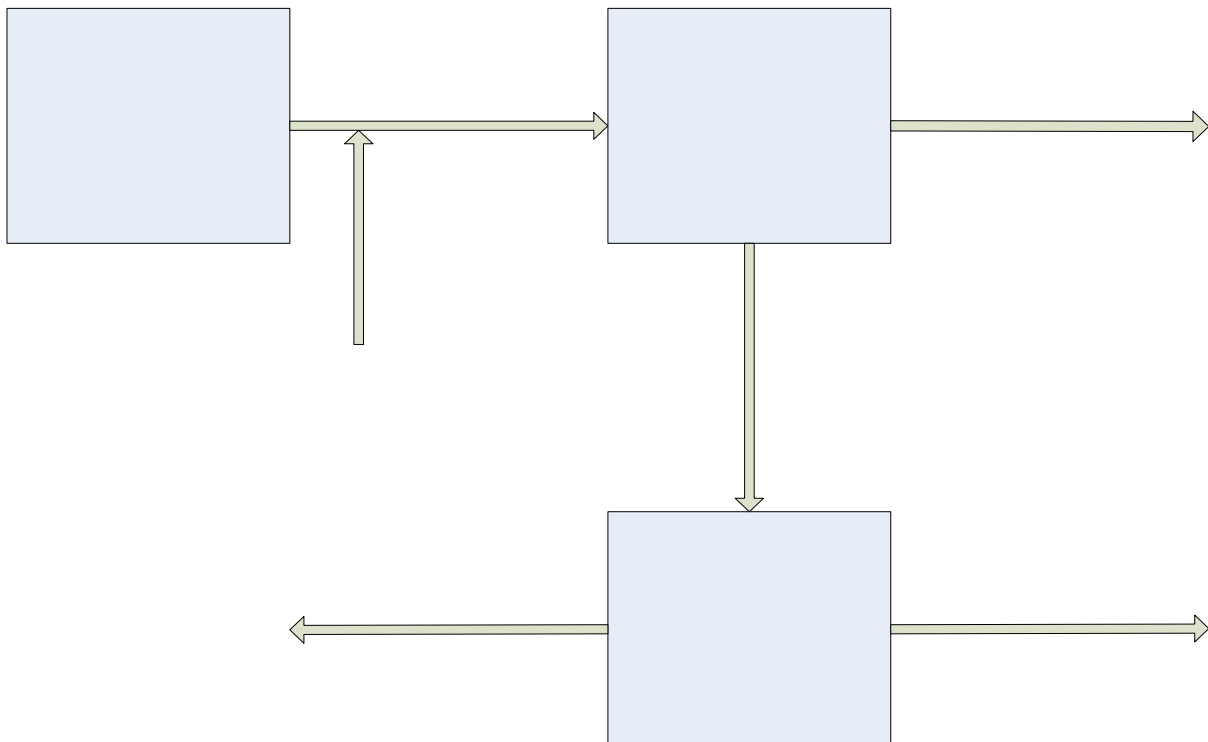


Abbildung 17: Rechenchema des Wassergehalts der Hackschnitzel



Die Berechnung erfolgte hier von rechts unten nach links oben, das heißt vom Produkt zum Ausgangsstoff

Die Zellstoffausbeute von den 45 % Trockensubstanz der eingesetzten Hackschnitzel beträgt ungefähr 50 %. Das ergibt eine Menge von ca. 121,5 t Zellstoff / Tag (atro) oder 135 t/d mit einem TS – Gehalt von 90 %. Bei einem Einsatz von 540 t/d Hackschnitzel gehen davon 297 t/d als reines Wasser in den Prozess.

Der Zellstoff wird von der Kocherei mit einem TS – Gehalt von 14 % in die Bleicherei gepumpt. Von der Bleicherei aus gelangt er nach einer Eindickung auf 45 % TS in die Trocknungsanlage. Dort wird der Zellstoff auf einen TS – Gehalt von 90 % getrocknet. Dabei geht durchschnittlich eine Dampfmenge von 135 t pro Tag verloren.

Weiters wird mit dem fertigen Produkt (Zellstoffballen) eine Wassermenge von durchschnittlich 13,5 t pro Tag ausgetragen.

Die Zellstofffabrik weist einen Input von **10.677 m<sup>3</sup>/d** an Wasser und von **252 t/d** an Dampf auf.

Die Inputströme in die Zellstofffabrik sind weiters in einem Sankey Diagramm im Anhang ersichtlich.

Der Heißwasserverlauf in der Zellstofffabrik wurde ebenfalls untersucht. Das Ergebnis ist im Sankey-Diagramm Heißwasserverlauf im Anhang ersichtlich.

Heißwasser ist prinzipiell erwärmtes Frischwasser, welches vom Wärmetauscher der Bleichekühlung und vom Wärmetauscher II der Eindampfanlage des Kesselhauses gespeist wird.

Die Verbraucher des Heißwassers in der Zellstofffabrik sind die Faserlinie, der EOP Turm, die Filter 2 und 3 sowie der Chemiewäscher 2.

Zusätzlich sollte noch angeführt werden, dass sich der Heißwasserstrom zum Chemiewäscher 2 aus dem Strom des IDM FRCQ 7118 und einem Handwert von 21 m<sup>3</sup>/h zusammensetzt.



#### 4.2.2 Outputströme Zellstofffabrik

Tabelle 15: Outputströme Zellstofffabrik

<b>Output-Ströme Zellstofffabrik</b>			
Position	Quelle	Menge [m³/d]	Menge [m³/a]
<b>Kühlwässer und Kondensat</b>			
Gas- und Filtrat Kühlwasser in die Ybbs	konst. IDM	3.408	1.243.920
Kondensat ins Kesselhaus	Rechenwert	192	70.080
Kondensat in die BARA (M9567)	MSt 4.5	116	42.340
Überlauf Heißwasserbehälter in die Ybbs	MSt 2.7	1.773	646.999
Ablauge ins Kesselhaus	FI 0504	1.168	426.335
<b>Abwässer</b>			
Abwässer restliche Zellstofffabrik	FRQ 7224	710	258.975
Abwässer Bleicherei	FRQ 7434	3.439	1.255.224
<b>Gutsfeuchte</b>			
Restfeuchte im getrockneten Zellstoff	Rechenwert	14	4.928
Summe		<b>10.819</b>	<b>3.948.799</b>

Dampf		Menge [t/d]	Menge [t/a]
Dampf in die Umgebung 12 bar	Rechenwert	55	20.030
Dampf in die Umgebung (Trocknung)	Rechenwert	135	49.275
Summe		<b>190</b>	<b>69.305</b>

Die Outputströme der Zellstofffabrik gliedern sich in Abwasser- bzw. Kühlströme, in die Restfeuchte im getrockneten Zellstoff sowie in Dampfströme.

Die Restfeuchte im getrockneten Zellstoff, sowie die Dampfströme in die Umgebung (Trocknung) wurden nach Abbildung 4.1 ermittelt.

Für die 55 t/d 12 bar Dampf wurde einfach der Lieferwert des Kesselhauses verwendet, da dieser Dampf vollständig in die Umgebung entweicht.



Der Rechenwert für das Kondensat ins Kesselhaus ergab sich aus der Messung des Kondensatstromes. Wie im Kapitel Kondensate ersichtlich ist, hat der gemittelte Kondensatstrom einen Wert von 8 m<sup>3</sup>/h. Daraus resultiert ein Tageswert von 192 m<sup>3</sup>.

Auch der Output der Zellstofffabrik ist in einem Sankey Diagramm im Anhang ersichtlich.

Betrachtet man nun den gesamten Input und den gesamten Output aus der Zellstofffabrik, so können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

Input	10.929 [m <sup>3</sup> /d]
Output	11.009 [m <sup>3</sup> /d]

Bilanzfehler:

$$\left(1 - \frac{10.929}{11.009}\right) \cdot 100\% = 0,7\% \quad (19)$$

Beim Vergleich zwischen Input und Output muss erwähnt werden, dass diese genaue Übereinstimmung nur durch den Schätzwert des Heißwasserüberlaufes in die Ybbs zustande kommt. Dies ist jedoch legitim, da bei den Messungen Durchflüsse von 20 – 120 m<sup>3</sup>/h angezeigt wurden. Diese hohe Schwankungsbreite ist durchaus realistisch, da dieser Anlagenteil absolut diskontinuierlich betrieben wird.





### 4.3 Bilanz der Papierfabrik

#### 4.3.1 Inputströme Papierfabrik

Tabelle 16: Inputströme der Papierfabrik

Input-Ströme Papierfabrik			
Frischwasser	Quelle	Menge [m³/d]	Menge [m³/a]
Frischwasserversorgung PM 3	Zählerstd.	1.407	513.455
Frischwasserversorgung PM 4	FQ 2195	868	316.820
Frischwasserversorgung Dynasandanlage	MSt 3.5	1.354	494.356
Frischwasservers. Retourwasserturm PM 4	FQ 2198	246	89.967
Frischwasserversorgung Pulper PM 4	MSt 2.10	0	0
Summe		3.876	1.414.598
Kühlwasser	Quelle	Menge [m³/d]	Menge [m³/a]
Kühlwasser für WT PM 4-Abwasser	MSt 3.1	1.598	583.416
Kühlwasser für PM 4	MSt 3.2	1.728	630.720
Summe		3.326	1.214.136
Gutsfeuchte	Quelle	Menge [m³/d]	Menge [m³/a]
Restfeuchte im Zellstoff	Rechenwert	27	9.855
Summe		27	9.855
Hilfsstoffe			
Wassergehalt der Hilfsstoffe	Rechenwert	84	30.660
Summe		84	30.660
<b>Gesamtsumme</b>		<b>7.313</b>	<b>2.669.249</b>

Dampf	Quelle	Menge [t/d]	Menge [t/a]
3 bar Dampf PM 3	FIQ 86000	181	65.947
3 bar Dampf PM 4	FIQ 4212	507	185.062
Summe		<b>688</b>	<b>251.009</b>



Folgende Inputströme in die Papierfabrik konnten identifiziert werden:

- Frischwasser
- Kühlwasser
- Gutsfeuchte
- Hilfsstoffe
- Dampf

Der Frischwasserstrom gliedert sich wiederum in die Frischwasserversorgung der Papiermaschinen 3 und 4, der Dynasandanlage, des Retourwasserturms der PM 4, sowie des Pulpers der PM 4.

Die Erfassung der Durchflusswerte erfolgte auch hier wieder über IDM's und die mobilen Messungen.

Der Kühlwasserstrom gliedert sich in Kühlwasser für den Wärmetauscher Abwasser PM 4, sowie in Kühlwasser PM 4 auf.

Beide wurden mit dem mobilen Ultraschalldurchflussmessgerät gemessen.

Der Kühlwasserstrom PM 4 versorgt die Coaterkühlung, den Ringwasserkühler, die Nipcoflexkühlung und die Zentralölschmierung mit Kühlwasser. Die Ableitung dieser Kühlwässer erfolgt direkt in die Ybbs.

Die Position Gutsfeuchte bezieht sich auf den Wassergehalt des Zellstoffes, der in das System eingetragen wird. Dieser Wert musste nach folgendem Schema berechnet werden:  
In der Papierfabrik werden jeden Monat 10.000 t Papier im Durchschnitt erzeugt. 80 % dieser Tonnagen bestehen aus Zellstoff, der einen Trockensubstanzgehalt von etwa 90 % hat.

$$10.000 \text{ [t/m]} * 0,8 = 8.000 \text{ [t/m]} \text{ eingetragener Zellstoff} \quad (20)$$

$$8.000 \text{ [t/m]} * 0,1 = 800 \text{ [t/m]} \text{ eingetragenes Wasser} \quad (21)$$

$$800 \text{ [t/m]} / 30 \text{ [d/m]} \approx 27 \text{ [t/d]} \text{ Wasser} \quad (22)$$

$$27 \text{ [t/d]} * 1 \text{ [m}^3\text{/t]} \approx \mathbf{27 \text{ [m}^3\text{/d]} \text{ Wasser}} \quad (23)$$



Der Wassereintrag der Hilfsstoffe musste ebenfalls berücksichtigt werden. Das Spektrum der Hilfsstoffe reicht von den Füllstoffen, den Pigmenten, der Oberflächenstärke, der Massestärke, der Leimung über die Aufheller und die Farbstoffe bis hin zu den Retentionsmitteln, den Entschäumern und den Reinigungsmitteln. Diese Hilfsstoffe werden entweder in fester oder flüssiger Form angeliefert. Die Festen werden mit Hilfe von Dynasandwasser in den Papiererzeugungsprozess eingebracht. Das dabei verbrauchte Wasser ist somit bilanzmäßig über den Verbrauch des Dynasandwassers erfasst. Der Wassereintrag über die flüssig angelieferten Hilfsstoffe muss jedoch rechnerisch erfasst werden.

Mengenmäßig relevant ist hier jedoch nur der Eintrag der Füllstoffe. Diese haben einen Trockensubstanzgehalt von 35 % und somit einen Wassergehalt von 65 %. Legt man den spezifischen Verbrauch an Füllstoffen von 135 kg/t Papier zu Grunde, so erhält man einen Wassereintrag von 251 kg Wasser pro Tonne Papier:

$$135 \text{ [kg/t]} * (100/35) \text{ [%]} = 386 \text{ [kg/t]} \quad (24)$$

$$386 \text{ [kg/t]} - 135 \text{ [kg/t]} = 251 \text{ [kg/t]} \approx 0,251 \text{ [m}^3\text{/t]} \quad (25)$$

Bei einer durchschnittlichen Monatsproduktion von 10.000 t Papier ergibt sich:

$$10.000 \text{ [t/m]} * 0,251 \text{ [m}^3\text{/t]} = 2510 \text{ [m}^3\text{/m]} \quad (26)$$

$$2510 \text{ [m}^3\text{/m]} / 30 \text{ [d/m]} \approx \mathbf{84 \text{ [m}^3\text{/d]}}$$
 Wassereintrag über die Füllstoffe (27)

Der Dampf-Input besteht lediglich aus 3 bar Dampf für die Papiermaschinen 3 und 4, wobei die Rechenwerte von fix installierten IDM`s geliefert wurden.



### 4.3.2 Outputströme Papierfabrik

Tabelle 17: Outputströme der Papierfabrik

<b>Output-Ströme Papierfabrik</b>			
<b>Abwasser</b>	<b>Quelle</b>	<b>Menge [m³/d]</b>	<b>Menge [m³/a]</b>
Retourwasser PM 3 und 4 in die BARA	2 IDM`s	908	331.343
Abwasser restl. Papierfabrik in die BARA	FQ 9105	2.607	951.533
Summe		3.515	1.282.875
<b>Kühlwasser</b>	<b>Quelle</b>	<b>Menge [m³/d]</b>	<b>Menge [m³/a]</b>
Kühlwasser PM 4 in die Ybbs	MSt 3.2	1.728	630.720
Kühlwasser für Wärmetauscher PM-Abwasser	MSt 3.1	1.598	583.416
Summe		3.326	1.214.136
<b>Kondensat</b>	<b>Quelle</b>	<b>Menge [m³/d]</b>	<b>Menge [m³/a]</b>
Kondensat PM 3 und 4 ins Kesselhaus	Rechenwert	336	122.640
Summe		336	122.640
<b>Gutsfeuchte</b>	<b>Quelle</b>	<b>Menge [m³/d]</b>	<b>Menge [m³/a]</b>
Restfeuchtegehalt im Papier	Rechenwert	17	6.205
Summe		17	6.205
<b>Gesamtsumme</b>		<b>7.194</b>	<b>2.625.856</b>

<b>Dampf</b>	<b>Quelle</b>	<b>Menge [t/d]</b>	<b>Menge [t/a]</b>
Dampf in die Umgebung	Rechenwert	315	114.975
Summe		<b>315</b>	<b>114.975</b>

Der Outputstrom der Papierfabrik gliedert sich in folgende Teilströme:

- Abwasser
- Kühlwasser
- Kondensat
- Gutsfeuchte
- Dampf



Der Abwasserstrom besteht aus den Teilen Retourwasser der Papiermaschinen 3 und 4 sowie dem Abwasser restliche Papierfabrik. Die Werte wurden über IDM`s ausgewertet.

Die Position Gutsfeuchte beinhaltet nur mehr den Restfeuchtegehalt im Papier, der folgendermaßen berechnet wurde:

Im Monat werden durchschnittlich 10.000 t Papier (lufttrocken = lutro) mit einer Restfeuchte von 5 % erzeugt.

$$10.000 \text{ [t/m]} * 0,05 = 500 \text{ [t/m]} \approx 500 \text{ [m}^3\text{/m]} \text{ Wasser} \quad (28)$$

$$500 \text{ [m}^3\text{/m]} / 30 \text{ [d/m]} \approx \mathbf{17 \text{ [m}^3\text{/d]}} \text{ Wasser} \quad (29)$$

Wie aus der Tabelle Inputströme ersichtlich ist, werden der Papierfabrik täglich 688 t Dampf zugeführt. Davon gelangen lediglich 336 t/d als Kondensat in das Kesselhaus zurück. 315 t/d gehen als Dampf vollständig in die Umgebung verloren.

Die Differenz zwischen angelieferter Tonnage an Dampf und Kondensat bzw. Umgebungsdampf resultiert aus der Kondensatentnahme aus dem Kondensatsammelbehälter der Papierfabrik für die Randspritzdüsen der Papiermaschinen 3 und 4, die Egoutteureinigung, die Sprühwässer für den Stoffauflauf und den Edgemaster sowie für diverse Schmierwässer. Diese scheint in der Bilanz nicht auf, da das Wasser im Bilanzraum der Papierfabrik verbleibt. Der Schätzwert für diese Menge beträgt 10 % des Kondensatrückflusses. Somit ergibt sich:

Gesamtmenge Kondensat:

$$336 \text{ [t/d]} \cdot \frac{100}{90} = 373 \text{ [t/d]} \quad (30)$$

Verbrauchtes Kondensat in der Papierfabrik:

$$373 \text{ [t/d]} - 336 \text{ [t/d]} = 37 \text{ [t/d]} \quad (31)$$



Dampf in die Umgebung:

$$688 \text{ [t/d]} - 373 \text{ [t/d]} = 315 \text{ [t/d]} \quad (32)$$

Die Sankey Diagramme für den Input und den Output der Papierfabrik sind wiederum im Anhang angeführt.

Betrachtet man nun den gesamten Input und den gesamten Output der Papierfabrik, so können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

Input	8.001 [m <sup>3</sup> /d]
Output	7.509 [m <sup>3</sup> /d]

Bilanzfehler

$$\left(1 - \frac{7.509}{8.001}\right) \cdot 100 \% = 6,1 \% \quad (33)$$

Dieser hohe Bilanzfehler lässt sich allgemein durch die anscheinend hohe Messungsgenauigkeit der installierten IDM's auf der Abwasserseite erklären. Vergleicht man dabei die Abwassersumme in der Papierfabrik mit der eintreffenden Abwassermenge in der Biologischen Abwasserreinigungsanlage, so erhält man folgendes Ergebnis:

Abwasser Papierfabrik:	FQ 0120	363 [m <sup>3</sup> /d]
	FQ 0125	545 [m <sup>3</sup> /d]
	F 9105	2.607 [m <sup>3</sup> /d]

Die Summe dieser Abwasserströme beträgt 3.515 m<sup>3</sup>/d. Diese Durchschnittswerte beziehen sich natürlich auf den für diese Arbeit gewählten repräsentativen Zeitraum vom 13.05. bis 14.06.2004.

In der Biologie werden diese Abwässer noch einmal in Summe durch den IDM FCQR 9206 erfasst und dieser hatte einen Durchschnittswert von 3.351 m<sup>3</sup>/d.



Daraus folgt nun folgender Fehler:

$$\left(1 - \frac{3.351}{3.515}\right) \cdot 100\% = 4,7\% \quad (34)$$

Natürlich dürfen auch hier die entstandenen Rundungsfehler, die Messwertsabweichungen und die Fehler der restlichen IDM's nicht außer Acht gelassen werden.

## 4.4 Bilanz der Biologischen Abwasserreinigungsanlage

### 4.4.1 Inputströme der BARA

Tabelle 18: Inputströme der BARA

<b>Input-Ströme BARA</b>			
<b>Abwässer</b>	<b>Quelle</b>	<b>Menge [m³/d]</b>	<b>Menge [m³/a]</b>
Abwässer CRG-Kanal	FIQ9051	1.854	676.868
Abwässer Brüdenkondensat	FQR9017	1.507	550.026
Abwässer restl. Zellstofffabrik	FRQ7224	710	258.975
Bleichereiabwässer	FRQ7434	3.439	1.255.224
Retourwasser PM 3 und 4 und restl.PF	FIQ9206	3.012	1.099.380
Summe		10.522	3.840.473
<b>Frischwasser</b>	<b>Quelle</b>	<b>Menge [m³/d]</b>	<b>Menge [m³/a]</b>
Frischwasser vom Kesselhaus	FQ9804	1.136	414.783
Summe		1.136	414.783
<b>Brüdenkondensat</b>	<b>Quelle</b>	<b>Menge [m³/d]</b>	<b>Menge [m³/a]</b>
Brüdenkondensat aus der Zellstofffabrik	MSt 4.5	116	42.340
Summe		116	42.340
<b>Gesamtsumme</b>		<b>11.774</b>	<b>4.297.595</b>



Die Input-Ströme der BARA gliedern sich in drei Hauptströme:

- Frischwasser
- Abwasser
- Brüdenkondensat

Der Abwasserstrom gliedert sich dann noch in die Abwasserteilströme CRG-Kanal, Brüdenkondensat, Bleichereiabwasser, restliche Zellstofffabrik, sowie restliche Papierfabrik und Retourwasser der Papiermaschinen 3 und 4 auf.

Alle benötigten Durchflusswerte (Ausnahme Brüdenkondensat MSt. 4.5) konnten von den installierten IDM's bzw. aus den selbst erstellten EDV-Tabellen (siehe Anhang) entnommen werden.

Das Brüdenkondensat wird in der Biologie zur Verdünnung des Rücklaufschlammes verwendet, um ihn leichter in die Biologische Trockensubstanzverwertungsanlage pumpen zu können.

Wie aus der Tabelle zu entnehmen ist, weist die BARA einen Input von **11.744 m<sup>3</sup>/d** auf.

#### 4.4.2 Outputströme der BARA

Tabelle 19: Outputströme der BARA

<b>Output-Ströme BARA</b>			
Position	Quelle	Menge [m <sup>3</sup> /d]	Menge [m <sup>3</sup> /a]
Restfeuchte im Überschussschlamm	Rechenwert	21	7.519
Summe		21	7.519
Rücklaufschlamm in die BTV (KH)	Rechenwert	49	17.885
Summe		49	17.885
Abwasser in den Fluter (Ybbs)	FQR 9032	11.702	4.271.402
Summe		11.702	4.271.402
Gesamtsumme		<b>11.772</b>	<b>4.296.806</b>





Der Outputstrom der BARA setzt sich aus folgenden Teilströmen zusammen:

- Abwasser in den Fluter
- Rücklaufschlamm in die Biotrockensubstanzverwertung (BTV)
- Restfeuchte im Überschussschlamm (Faserreststoffe)

Der Abwasserwert wurde wieder aus den bestehenden Tabellen (siehe Anhang) entnommen.

Der Wert für die Wassermenge im Rücklaufschlamm zur Biotrockensubstanzverwertung wurde folgendermaßen errechnet:

Aus dem Monatsbericht der BARA kann eine durchschnittliche Rücklaufschlammmenge von 52 m<sup>3</sup>/d ermittelt werden. Weiters ist bekannt, dass der Schlamm einen Trockensubstanzgehalt von 6 % hat. Somit ergibt sich für das Wasser folgender Wert:

$$52 \text{ [m}^3\text{/d]} * 0,94 = 49 \text{ [m}^3\text{/d]} \quad (35)$$

Der Wert für die Restfeuchte im Überschussschlamm (Faserreststoffe) wurde ähnlich ermittelt:

Die Menge an Faserreststoffen die aus der Papierfabrik und der Zellstofffabrik im Monat anfallen, betragen 883 t/m.

$$\frac{883 \text{ [t/m]}}{30 \text{ [d/m]}} = 29,43 \text{ [t/d]} \quad (36)$$

Diese 29,43 Tonnen Faserreststoff haben einen Trockensubstanzgehalt von 30 %. Somit ergibt sich für das Wasser folgender Wert:

$$29,4 \text{ [t/d]} * 0,7 = 20,6 \text{ [t/d]} = 20,6 \text{ [m}^3\text{/d]} \quad (37)$$

Wie nun aus der Tabelle zu entnehmen ist, weist die BARA einen Outputstrom von **11.772 [m<sup>3</sup>/d]** auf.



Betrachtet man nun den gesamten Input und den gesamten Output der Biologischen Abwasserreinigungsanlage, so können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

Input	11.774 [m <sup>3</sup> /d]
Output	11.772 [m <sup>3</sup> /d]

Bilanzfehler:

$$\left(1 - \frac{11.772}{11.774}\right) \cdot 100\% = 0,02\% \quad (38)$$

Vergleicht man nun den Input- mit dem Outputstrom, so weisen diese eine Differenz von 2 [m<sup>3</sup>/d] auf. Das ist bei einer solchen Menge an Wasser ein verschwindend kleiner Wert der höchstwahrscheinlich nur auf die Rundungsfehler während der Berechnung zurückzuführen ist.

Außerdem ist die Biologische Abwasserreinigungsanlage mit einem Alter von 10 Jahren die neueste Anlage des Standortes und somit sind auch die Messgeräte einer neueren Generation zuzuordnen, was sich wiederum in einer besseren Messgenauigkeit auswirkt.



#### 4.5 Gesamtbilanz des Standortes Kematen

Tabelle 20: Gesamtbilanz des Standortes Kematen

<b>Gesamtbilanz</b>			
<b>Inputströme</b>			
Bezeichnung	Quelle	[m <sup>3</sup> /d]	[m <sup>3</sup> /a]
Frischwasserzulauf Pumpenstube	FIQ 0001	23.382	8.534.587
Kühlwasser für WT PM 4 Abwasser	MSt 3.1	1.598	583.270
Wassergehalt der Hilfsstoffe	Rechenwert	84	30.660
Summe		<b>25.064</b>	<b>9.148.517</b>
<b>Outputströme</b>			
Bezeichnung	Quelle	[m <sup>3</sup> /d]	[m <sup>3</sup> /a]
Abwasser in den Fluter	FQR 9032	11.702	4.271.230
Restfeuchte im Überschußschlamm	Rechenwert	21	7.665
Kühlwasser PM 4 in die Ybbs	MSt 3.2	1.728	630.720
Kühlwasser WT PM 4 in die Ybbs	MSt 3.1	1.598	583.270
Restfeuchte im Papier	Rechenwert	17	6.205
Gas- u. Filtrat KW in die Ybbs	konst. IDM	3.408	1.243.920
Überlauf Bleichekühlung in die Ybbs	MSt 2.7	1.773	647.145
Frischwasserüberlauf Absetzbecken	FIQ 0002	2.337	853.005
Frischwasserüberlauf Sandkästen	Schätzwert	750	273.750
Frischwasserüberl. Reinwasserbecken	Schätzwert	750	273.750
Dampf in die Umgebung PF	Rechenwert	315	114.975
Dampf in die Umgebung ZF	Rechenwert	190	69.350
Summe		<b>24.589</b>	<b>8.974.985</b>

Betrachtet man nun den gesamten Input und den gesamten Output des Papier und Zellstoffproduktionsstandortes Kematen, so können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

Gesamtinput            25.064 [m<sup>3</sup>/d]

Gesamtoutput        24.589 [m<sup>3</sup>/d]



Bilanzfehler:

$$\left(1 - \frac{24.589}{25.064}\right) \cdot 100\% = 1,9\% \quad (39)$$

Ein Bilanzfehler von 1,9 % ist bezogen auf die Größe des Bilanzraumes ein absolut akzeptierbarer Wert.

Zusätzlich muss noch beachtet werden, dass einige Outputströme wie die Abwasserkühlung der PM 4 oder der Überlauf der Bleichekühlung mit dem mobilen Messgerät gemessen wurden. Trotz eines erkannten Trends ist nach wie vor mit einer gewissen Ungenauigkeit zu rechnen, da die Messungen nur eine kleine Zeitspanne bezogen auf den Betrachtungszeitraum erreichen.

Ein weiterer Unsicherheitsfaktor sind die Frischwasserüberläufe des Absetzbeckens, der Sandkästen und des Reinwasserbeckens.

Obwohl im Überlauf des Absetzbeckens ein IDM eingebaut ist, ist dieser Wert kritisch zu betrachten, da der IDM am untersten Teil eines großen Sifons sitzt. Somit kann die technische Einbauvorgabe von einer geraden Einlaufstrecke in den IDM von 8 – 10 Rohrleitungsdurchmessern nicht eingehalten werden. Durch die kleinen Krümmungsradien der Rohrleitungen entstehen Verwirbelungen, die sich verfälschend auf das Messergebnis auswirken könnten.

Die Überläufe der Sandkästen und des Reinwasserbeckens sind nur Betonkanäle in denen keine vernünftige Messung zu Stande kam. Stattdessen mussten hier Schätzwerte für den Durchfluss angenommen werden, was auch wieder zu Ungenauigkeiten führen konnte.



## 5 Wasserrechtliche Situation

### 5.1 Ist-Situationsbeschreibung

#### Genehmigungsbescheid vom 9. Juli 1992:

Laut Bescheid der Niederösterreichischen Landesregierung vom 9. Juli 1992 wurde der Neusiedler AG eine wasserrechtliche Bewilligung (gemäß den §§ 11, 12, 13, 14, 15, 32, 99, 105 und 111 Wasserrechtsgesetz 1959, BGBl. Nr. 215 in der Fassung BGBl. Nr. 252/1990) zur Abänderung bzw. zum Ausbau einer biologischen Abwasserreinigungsanlage für die gesamten Abwässer der Zellstoff- und Papierfabrik erteilt.

Die Abwässer dürfen in folgendem Umfang in die Ybbs geleitet werden:

- Abwassermenge 14.240 m<sup>3</sup>/d; Monatsmittelwert 11.580 m<sup>3</sup>/d  
(ohne Kühlwässer und Abwässer der Wasseraufbereitungen)
- CSB: 5,8 t/d; Monatsmittelwert 4,7 t/d
- BSB<sub>5</sub>: 0,48 t/d; 45 mg/l; Monatsmittelwert 0,4 t/d
- Feststoffe: 0,9 t/d; Monatsmittelwert 0,5 t/d
- AOX: 10 kg/d
- Fischgiftigkeit: 3
- Temperatur: 35°C

Die Bewilligung für die Einleitungstemperatur (35°C) wurde gemäß § 21 Wasserrechtsgesetz 1959 befristet bis zum 31. Dezember 1998 erteilt.

Die Bewilligung für den Parameterwert Feststoffe wurde gemäß § 21 Wasserrechtsgesetz 1959 befristet bis zum 31. Dezember 1995 erteilt.

Das Wasserbenutzungsrecht ist im Sinne des § 22 Abs.1 Wasserrechtsgesetz 1959 mit der Kläranlage verbunden.



Genehmigungsbescheid vom 27. Juni 2000:

Laut Bescheid vom 27. Juni 2000 der Bezirkshauptmannschaft Amstetten wird der Neusiedler AG im Hinblick auf das mit Bescheid des Landeshauptmannes von Niederösterreich vom 9. Juli 1992, III/1-5.832/224-92 erteilte Wasserbenutzungsrecht die wasserrechtliche Bewilligung für

- die Einleitung der Abwässer mit einer Temperatur von 35°C in die Ybbs und
- die Einleitung der Ableitungsfracht an Feststoffen im Ausmaß von max. 0,5 t/d im Monatsmittel bzw. von max. 1,1 t/d an Spitzentagen in die Ybbs erteilt.

Rechtsgrundlagen für diesen Bescheid sind die §§ 15, 32, 98 Abs. 1 und 105 des Wasserrechtsgesetzes 1959, BGBl. Nr. 215/1959 idF BGBl. I Nr. 155/1999 (WRG 1959) sowie der § 78 des allgemeinen Verwaltungsverfahrensgesetzes 1991 (AVG).

Im Zuge eines Überprüfungsverfahrens wurde um Verlängerung der Einleiterrechte bzw. Neuerteilung der wasserrechtlichen Bewilligung bezüglich Feststoffe und Ablauftemperatur ersucht.

Dazu wurde von einem Amt sachverständigen ein Gutachten erstellt, welches folgendes Ergebnis beinhaltet:

- „Aufgrund einer Immissionsbetrachtung ergibt sich, dass die Temperaturerhöhung durch die Abwassereinleitung in die Ybbs im Bereich von wenigen Zehntel Graden bei Niederwasserführung liegt. Weiters sehen die Emissionsverordnungen für Zellstoff und Papier eine zulässige Abwassertemperatur 40°C bzw. 35°C vor, sodass weiter einer Einleitungstemperatur von 35°C zugestimmt werden kann. Eine zeitliche Befristung dieses Parameters ist nicht notwendig.“

Die Temperaturerhöhung kann folgendermaßen berechnet werden:

Laut Angaben des Hydrographischen Jahrbuches hat die Ybbs bei Kematen einen durchschnittlichen Volumenstrom von 6,65 m<sup>3</sup>/s, bei einer durchschnittlichen Temperatur von 20°C. Legt man nun die maximal bewilligte Abwassermenge der Abwasserreinigungsanlage von 14.240 m<sup>3</sup>/d mit der maximalen Einleittemperatur von 35°C zu Grunde, kann man folgenden Wert errechnen.



Volumenstrom der Ybbs:  $V_Y = 6,65 \text{ m}^3/\text{s}$  mit  $T_Y = 20^\circ\text{C}$

Volumenstrom der Kläranlage:  $V_K = 14.240 \text{ m}^3/\text{d} = 0,165 \text{ m}^3/\text{s}$  mit  $T_K = 35^\circ\text{C}$

$$\frac{V_Y \cdot T_Y + V_K \cdot T_K}{V_Y + V_K} = \frac{6,65 \cdot 20 + 0,165 \cdot 35}{6,65 + 0,165} = 20,4^\circ\text{C} \quad (40)$$

$$\Rightarrow 20,4^\circ\text{C} - 20,0^\circ\text{C} = 0,4^\circ\text{C} \quad (41)$$

Die maximale Temperaturerhöhung der Ybbs beträgt bei maximaler Einleitung lediglich **0,4 °C**. Diese Erhöhung stellt kein Risiko für die Ökologie der Ybbs dar.

- „Die Bewilligung der Ableitung der Feststoffe im Ausmaß von 0,5 t/d bzw. 0,9 t/d an Spitzentagen kann erteilt werden, da die tatsächlich abgeleitete Feststofffracht lediglich 30 – 40% der zulässigen Fracht entspricht.“

#### Kühlwassersituation:

Die rechtlichen Grundlagen zur Einleitung von Kühlwässern in ein fließendes Gewässer sind der Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Kühlsystemen und Dampferzeugern (AEV Kühlsysteme und Dampferzeuger BGBl. II 2003/266) zu entnehmen.

In der Verordnung stehen unter anderem folgende Definitionen: § 1 (1)

**Kühlung:** Temperaturenniedrigung eines Stoffes (Kühlmedium) durch Wärmeübertragung auf einen anderen Stoff mit geringerer Temperatur (Kühlmittel)

**Kühlsystem:** Technisches System zur indirekten Kühlung von Prozessen oder Anlagen (z.B. Energieerzeugung, gewerblich-industrielle Prozesse, Kälteanlagen). Bei der indirekten Kühlung besteht kein unmittelbarer stofflicher Kontakt zwischen dem Kühlmedium und dem Kühlmittel.



Durchlaufkühlsystem (DKS): Kühlsystem ohne Kreislaufführung des Kühlmittels (recirculating cooling system). Für ein DKS ist auch die Bezeichnung Frischwasserkühlsystem (mit oder ohne Ablaufkühlung) gebräuchlich.

Bei der wasserrechtlichen Bewilligung einer Einleitung von Abwasser aus Durchlaufkühlsystemen (Abs.1 Z 3) in ein Fließgewässer sind die in Anhang A festgelegten Emissionsbegrenzungen vorzuschreiben.

Sämtliche Kühlwässer der Papier- und der Zellstofffabrik stammen aus Durchlaufkühlsystemen und unterliegen somit den Bestimmungen der Verordnung und den Begrenzungsparametern des Anhangs A.

Aus Anhang A konnte entnommen werden, dass eine Höchsttemperatur von 30°C und eine Aufwärmspanne von 10 K zugelassen sind.

Weiters ist zu entnehmen, dass im Einzelfall eine Emissionsbegrenzung bis 35°C zulässig ist, wenn die auf Grund der wasserrechtlichen Bewilligung in ein Fließgewässer zulässig einleitbare maximale stündliche Abwassermenge nicht größer ist als 5 % des Durchflusses  $Q_{95\%}$  an der Einleitungsstelle und eine sparsame Verwendung des Kühlwassers in Form der Gegenstromkühlung oder der Mehrfachverwendung in hintereinander geschalteten Durchlaufkühlsystemen erfolgt.

Als  $Q_{95\%}$  gilt jener Durchfluss, der an einer bestimmten Stelle oder in einem bestimmten Abschnitt des Fließgewässers in einer mittleren Jahresdauerlinie an 347 Tagen erreicht oder überschritten wird.

Unter Aufwärmspanne versteht man die Temperaturerhöhung des Wassers im Durchlaufkühlsystem bezogen auf das arithmetische Mittel aller Messwerte der Temperatur des Zulaufwassers in einem Überwachungszeitraum von sechs Stunden.

Jedoch ist eine Vorschreibung der Aufwärmspanne nur erforderlich, wenn die stündliche Abwassermenge größer ist als 5 % des Durchflusses  $Q_{95\%}$  an der Einleitungsstelle und keine sparsame Verwendung des Kühlwassers in Form einer Gegenstromkühlung gegeben ist.





## 5.2 Neue Wasserrahmenrichtlinie (Beschränkung auf Kühlwassereinleitung)

Die Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG des Rates ist am 22. Dezember 2002 in Kraft getreten.

Ziel dieser Richtlinie ist die Schaffung eines Ordnungsrahmens für den Schutz der Binnenoberflächengewässer, der Übergangsgewässer, der Küstengewässer und des Grundwassers sowie zur Verbesserung des Zustandes der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängigen Landökosysteme. Bis zum Jahre 2015 sollen dadurch in allen Mitgliedsländern der EU alle Gewässer in einem „guten Zustand“ sein.

Um die Vorgaben dieser Richtlinie auf nationaler Ebene umsetzen zu können, wurde das Wasserrechtsgesetz 2003 novelliert. Die Novelle ist mit 22. Dezember 2003 in Kraft getreten.

Die dabei getätigten Neuerungen haben allerdings keinen Einfluss auf die Kühlwassergesetzgebung. Somit gelten die oben angeführten Bestimmungen und Grenzwerte.

## 5.3 Auswirkungen auf den Standort

### Abwasser:

Bei der Einleitung der Abwässer aus der Biologie des Standortes konnten keine rechtlichen Verfehlungen festgestellt werden.

Aus dem Gutachten des Genehmigungsbescheides vom 27. Juni 2000 geht außerdem hervor, dass die Einleitparameter nicht befristet sind und somit keine Neuanträge bei gleich bleibender Abwasserqualität gestellt werden müssen.

### Kühlwasser:

Die Kühlwassersituation ist wesentlich genauer zu betrachten, weil hierfür keine Einleitungsgenehmigung vorliegt. Das heißt, dass für die Einleitung sämtlicher Kühlwässer der Papier- und Zellstofffabrik keine definierten Vorgaben in den existierenden Genehmigungsbescheiden enthalten sind.



Sollte in Zukunft eine Prüfung der Kühlwassereinleitung erfolgen, können folgende Werte und Argumentationen dargelegt werden:

Tabelle 21: Kühlwasserströme

Kühlwasserart	Menge [m³/d]	Menge [m³/a]	Temperatur [°C]
Gas- u. Filtratkühler	3.408	1.243.920	25
Überlauf Bleichekühlung	1.773	647.145	25
Kühlung Abwasser PM 4	1.598	583.270	22
Kühlwasser PM 4	1.800	657.000	25
<b>Summe</b>	<b>8.579</b>	<b>3.131.335</b>	-

Aus oben angeführter Tabelle ist ersichtlich, dass täglich 8.579 m³ Kühlwasser im Durchschnitt in die Ybbs eingeleitet werden.

Die Ybbs hat bei Kematen einen Volumenstrom von 574.560 m³/d (laut Angaben des hydrographischen Jahrbuches).

Anteil Kühlwassereinlauf am Volumenstrom der Ybbs:

$$\frac{8.579}{574.560} \cdot 100 \% = 1,49 \% \quad (42)$$

Legt man nun den täglichen Kühlwassereinlauf in die Ybbs zu Grunde, kommt man zu dem Schluss, dass die eingeleitete Menge (entspricht 1,49 % des Volumenstroms der Ybbs) wesentlich geringer als die vorgeschriebenen 5 % sind und somit Einleittemperaturen bis zu 35 °C genehmigt werden müssten, da die thermische Belastung minimal ist.

Weiters wird auch der Forderung des sparsamen Umganges mit Kühlwasser nachgekommen:

Die Wärmetauscher in der Zellstofffabrik und den zu kühlenden Aggregaten der Papierfabrik sind als Gegenstrom – Plattenwärmetauscher ausgeführt und entsprechen somit den Anforderungen.

Da das Kühlmittel (Wasser) mit dem Kühlmedium nie in Kontakt kommt, ist eine biologisch chemische Belastung der Ybbs durch die Einleitung nicht gegeben.



## 6 Möglichkeiten oder Ansätze zur Wassereinsparung

### 6.1 Definition der Einsparungspotentiale

Bei der Definition der Einsparpotentiale muss zwischen den einzelnen Teilbereichen des Standortes unterschieden werden:

#### 6.1.1 Pumpenstube und Kesselhaus

In der Pumpenstube wurde die Förderleistung der Pumpen untersucht:

Wie bereits im Kapitel „Verfahrensabläufe“ erwähnt, werden der Ybbs täglich ca. 25.000 m<sup>3</sup> Oberflächenwasser entnommen, wobei nur ca. 21.000 m<sup>3</sup>/d tatsächlich gebraucht werden. Der Rest wird derzeit noch ungenutzt in die Ybbs zurückgeleitet.

Eine Drosselung der Pumpen wäre eine Möglichkeit der Wassereinsparung. Dies wäre jedoch nur möglich, wenn man die Drehzahl der Pumpen mit einer geeigneten Regelung (z.B. Frequenzumformer) variieren könnte. Diese Methode scheitert aber an den zu hohen Investitionskosten für einen Frequenzumformer. Man muss dabei bedenken, dass in diesem Fall die Förderung des Ybbswassers nur Energiekosten der Pumpen und keine Wasseraufbereitungskosten verursacht.

Eine andere theoretische Methode zur Drosselung der Fördermenge wäre die teilweise Schließung der Absperrorgane nach den Pumpen, was aber keineswegs sinnvoll ist, da damit keinerlei Energieeinsparung einhergehen würde.



### 6.1.2 Zellstofffabrik

Am ehesten ist eine Wassereinsparung in der Zellstofffabrik möglich. Dabei wurden in enger Zusammenarbeit mit Hrn. Mille Max folgende Bereiche untersucht:

- Bereich Chemiewäscher 2 und Filter 2 + 3
- Bereich Wuchtschüttler
- Überlauf Bleichekühlung
- Wärmetauscher Bleichekühlung
- Regelung Gas- und Filtratkühler
- Bereich Natronlauge
- Sperrwässer

#### Bereich Chemiewäscher 2 und Filter 2 und 3:

Momentan werden die Abwässer des Chemiewäschers 2 und der Filter in den Abwasserbehälter und anschließend in die Biologie eingeleitet.

Die vorgeschlagene Änderung sieht vor, dass das Abwasser der Filter nicht wie bisher in den Abwasserbehälter eingeleitet wird, sondern als Waschwasser für den Chemiewäscher 2 verwendet und in weiterer Folge im Kreislauf geführt wird.

Dazu müsste ein eigener neuer Behälter mit den dazugehörigen Pumpen und Regeleinrichtungen sowie die dafür notwendigen Rohrleitungen geschaffen werden.

Die Einsparung an Frisch- bzw. Heißwasser und somit auch an Abwasser würde ca. 34 m<sup>3</sup>/h sein.

Der Chemiewäscher 2 wird momentan mit 34 m<sup>3</sup>/h Heißwasser versorgt. Diese Menge bezieht sich auf die 13 m<sup>3</sup>/h vom IDM FRCQ 7118 und einem Handwert von ca. 21 m<sup>3</sup>/h.

Zwischen Chemiewäscher 2 und den Filtern wird der Stoffstrom von 10 % TS auf 15 % TS eingedickt. Das ergibt bei einer täglichen Zellstoffproduktion von 121,5 t (atro) eine Menge von ca. 17 m<sup>3</sup>/h.

Wasser aus dem Chemiewäscher:

$$121,5 \text{ [t/d]} \cdot \frac{100}{10} = 1215 \text{ [t/d]} \quad (43)$$

$$1215 \text{ [t/d]} - 121,5 \text{ [t/d]} = 1093,5 \text{ [t/d]} \quad (44)$$



Wasser in die Filter:

$$121,5 \text{ [t/d]} \cdot \frac{100}{15} = 810 \text{ [t/d]} \quad (45)$$

$$810 \text{ [t/d]} - 121,5 \text{ [t/d]} = 688,5 \text{ [t/d]} \quad (46)$$

Zusätzliche Entwässerung des Systems:

$$1093,5 \text{ [t/d]} - 688,5 \text{ [t/d]} = 405 \text{ [t/d]} \quad (47)$$

$$\frac{405 \text{ [t/d]}}{24 \text{ [h/d]}} = 16,9 \text{ [t/h]} = 16,9 \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (48)$$

Natürlich würde sich die Frischwassereinsparung auch auf der Abwasserseite auswirken. Das heißt, dass die eingesparte Frischwassermenge von 34 m<sup>3</sup>/h (entspricht 297.840 m<sup>3</sup>/a) gleichzeitig eine um diesen Wert geringere Abwassermenge ergibt.

Laut Auskunft von Hrn. Beyrer Rudolf werden für die Aufbereitung von 1 m<sup>3</sup> Abwasser für den Standort Kematen 0,30 € veranschlagt.

Einsparung an Abwasserkosten

$$297.840 \text{ [m}^3\text{/a]} \cdot 0,30 \text{ [€/m}^3\text{]} = 89.352 \text{ [€/a]} \quad (49)$$

Die Erwärmung des Kreislaufwassers, die dabei entsteht bereitet keinerlei Probleme, sondern ist sogar erwünscht.

Weiters erspart man sich durch die Erwärmung des Kreislaufwassers und die Einsparung von 34 m<sup>3</sup>/h Heißwasser eine gewisse Menge an 3 bar Dampf, der das Wasser von 45 auf 65 °C erwärmt.

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta\vartheta = \dot{V} \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta\vartheta \quad (50)$$

$$\dot{Q} = 34 \text{ [m}^3\text{/h]} \cdot 1000 \text{ [kg/m}^3\text{]} \cdot 4,183 \text{ [kJ/kgK]} \cdot 20 \text{ [K]} \cdot 1/1000000 \quad (51)$$

$$\dot{Q} = 2,84 \text{ [GJ/h]} \quad (52)$$



Das heißt, dass für das Aufheizen von 34 m<sup>3</sup>/h Wasser von 45 auf 65 °C 2,84 GJ/h benötigt werden.

Laut der Wasserdampf tabel und dem Berechnungsprogramm des Österreichischen Energiekonsumentenverbandes (Version 2.1 Lizenznr. 010629) hat Dampf mit einem Druck von 3 bar und einer Temperatur von 190 °C, wie er zur Aufheizung des Wassers verwendet wird, einen Energieinhalt von 2,84 GJ/t.

$$\frac{2,84 \text{ [GJ/h]}}{2,84 \text{ [GJ/t]}} = 1 \text{ [t/h]} \quad (53)$$

Somit wird für das Aufheizen des Wassers stündlich 1 Tonne an Dampf benötigt und in weiterer Folge eingespart. Das ergibt weiters eine Einsparung von 8.760 t Dampf pro Jahr.

Legt man nun die Energiepreise für das Jahr 2005 zugrunde, so lassen sich folgende Kosten berechnen:

Laut Auskunft von Hrn. Rittmannsberger werden für die Herstellung von 11,2 t Dampf 1.000 Nm<sup>3</sup> Erdgas benötigt.

benötigte Gasmenge zur Herstellung von 1 t Dampf:

$$\frac{1.000 \text{ [Nm}^3\text{]}}{11,2 \text{ [t]}} = 89,28 \left[ \frac{\text{Nm}^3}{\text{t}} \right] \quad (54)$$

Gaskosten pro Tonne Dampf:

$$89,28 \text{ [Nm}^3\text{/t]} \cdot 0,17 \text{ [€/Nm}^3\text{]} = 15,18 \text{ [€/t]} \quad (55)$$

Der Dampf wird aber auch zur Stromerzeugung verwendet und die Wertschöpfung durch den Verkauf an die EVN beträgt 6,70 €/t Dampf. Somit bleiben noch Kosten im Wert von 8,30 €/t 3 bar Dampf.



Einsparung an Dampfkosten:

$$8.760[t/a] \cdot 8,30[€/t] = 72.708[€/a] \quad (56)$$

Einsparung an Abwasserkosten:

$$297.840[m^3/a] \cdot 0,30[€/m^3] = 89.352[€/a] \quad (57)$$

Gesamteinsparung:

$$72.708[€/a] + 89.352[€/a] = 162.060[€/a] \quad (58)$$

Als weiterer technologischer Vorteil kann die zusätzliche Bleichwirkung im Chemiewäscher 2 angesehen werden. Durch die Belastung des Filtratabwassers mit Bleichchemikalien werden die Faserstoffe auch schon im Chemiewäscher 2 vorgebleicht, was einen angenehmen Nebeneffekt darstellt.

Natürlich wird dafür eine Laboruntersuchung empfohlen, um das technologische Restrisiko auszuschließen oder zu minimieren.

### **Bereich Wuchtschüttler:**

Der Wuchtschüttler wird momentan mit Frischwasser betrieben und hat einen Verbrauch von 8,4 m<sup>3</sup> pro Stunde.

Würde man das Frischwasser durch Abwasser aus dem Kanal „restliche Zellstofffabrik“ ersetzen, so könnten 73.584 m<sup>3</sup> pro Jahr eingespart werden.

$$8,4[m^3/h] \cdot 24[h/d] \cdot 365[d/a] = 73.584[m^3/a] \quad (59)$$

Diese Maßnahme ist dadurch möglich, weil der Wuchtschüttler kein Frischwasser zum optimalen Betrieb benötigt. Somit ist es durchaus legitim das Frischwasser durch Abwasser zu ersetzen. Natürlich müssten sämtliche infrastrukturellen Umbauten wie Rohrleitungen, Pumpe und Mess- und Regeleinrichtungen geschaffen werden.



Ein weiterer Vorteil wäre die Abwassereinsparung in der Biologie. Die Menge des eingesparten Frischwassers entspricht der Menge an eingespartem Abwasser. Somit ließen sich nur in der Biologie Kosten im Wert von 22.075 € pro Jahr einsparen.

$$73.584 \text{ [m}^3/\text{a]} \cdot 0,3 \text{ [€/m}^3\text{]} = 22.075 \text{ [€/a]} \quad (60)$$

### Überlauf Bleichekühlung:

Über den Überlauf der Bleichekühlung gehen stündlich 74 m<sup>3</sup> an erwärmtem Frischwasser in die Ybbs verloren. Das bedeutet einen großen Verlust an Wasser und Energie.

In diesem Bereich könnte man das Überlaufwasser in einem eigens dafür errichteten Behälter auffangen und anderen Frischwasserverbrauchern wieder zuführen.

Tabelle 22: Alternative Frischwasserverbraucher für den Überlauf der Bleichekühlung

Verbraucher	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /d]
Sperrwasser Kocherei	4,4	105,6
Filter 2 und 3	64,4	1.545,6
Opazilanlage	1,1	26,4
Sperrwasser Bleicherei	3,0	72,0
Summe	72,9	1.749,6
Überlauf	74,0	1.776,0
Differenz	1,1	26,4

Wie aus obiger Tabelle ersichtlich ist, ist der Anfall an Überlauf größer als alle in der Tabelle angeführten Frischwasserverbraucher in der Zellstofffabrik (Differenz 1,1 m<sup>3</sup>/h). Zusätzlich muss noch erwähnt werden, dass der Wuchtschüttler nicht mehr in diese Betrachtung hinzugezogen worden ist, da er schon im oben genannten Vorschlag behandelt wurde.

Mit der Installation eines Auffangbehälters, einer Pumpe, neuen Rohrleitungen zu den Verbrauchern sowie der geeigneten Mess- und Regeltechnik könnten pro Jahr 638.604 m<sup>3</sup> Frischwasser eingespart werden.

$$1.749,6 \text{ [m}^3/\text{d]} \cdot 365 \text{ [d/a]} = 638.604 \text{ [m}^3/\text{a]} \quad (61)$$





**Wärmetauscher Bleichekühlung:**

Momentan werden für den Wärmetauscher für die Kühlung der Bleichereiabwässer stündlich 172 m<sup>3</sup> Frischwasser benötigt. Trotz dieser Mengen wird die Kühlung am Limit betrieben. Das heißt, dass bei geringerem Durchsatz keine zufrieden stellende Kühlung des Abwassers erreicht wird und es mit zu hoher Temperatur in die Biologie eingeleitet werden würde.

Um einen noch größeren Frischwasserverbrauch zu vermeiden, wird schon in 1-monatigen Reinigungs- und Wartungsintervallen der Wärmetauscher gereinigt, um einen optimalen Wärmeübergang und in weiterer Folge einen besseren Wirkungsgrad zu erhalten. Die Reinigung wird in Verbindung mit Druckluft durchgeführt. Dabei wird in den Abwasserkreis zusätzlich Druckluft eingeblasen, welche schließlich im Wärmetauscher expandiert und die Verunreinigungen von den Wänden reißt. Auf der Frischwasserseite ist dieser Vorgang nicht möglich, da die Verunreinigungen ausschließlich aus einem Biofilm bestehen. Dieser wird mit Brüdenkondensat (90 °C) von den Wänden gelöst.

Zusammenfassend musste festgestellt werden, dass eine Frischwassereinsparung beim Wärmetauscher nicht möglich ist.

**Regelung Gas- und Filtratkühler:**

Der momentane Ist-Zustand ist jener, dass konstant 142 m<sup>3</sup>/h Frischwasser durch die beiden Wärmetauscher in Serie durchlaufen.

Untersucht wurde dabei, ob eine Drosselung der Frischwassermenge einen noch immer ausreichenden Kühleffekt bewirken würde. Das Ergebnis ist, dass der Gaskühler durchaus mit geringerem Durchfluss gefahren werden kann, der Filtratkühler jedoch mit jetzigem Durchfluss schon am absoluten Limit betrieben wird. Eine Drosselung des Frischwasserdurchflusses würde eine sofortige unerwünschte Erhöhung der Filtrattemperatur bewirken.

**Natronlauge:**

Momentan wird die Natronlauge, die für verschiedene Prozesse der Bleicherei eingesetzt wird, mit Frischwasser angesetzt.

Hier wurde in Betracht gezogen, dass das Frischwasser, welches zum Ansetzen der Lauge verwendet wird, durch Frischwasser aus dem Überlauf der Bleichekühlung ersetzt werden



könnte. Diese Maßnahme könnte gleichzeitig mit oben genannter Maßnahme der Erfassung des Überlaufes der Bleichekühlung einhergehen. Das Wasser könnte aus dem neu installierten Behälter entnommen werden. Natürlich müssten auch hier wieder neue Rohrleitungen, eine Pumpe und die geeignete Mess- und Regeltechnik installiert werden. Durch diese Maßnahme könnten bei einem Verbrauch von 19 m<sup>3</sup> pro Tag ungefähr 6.935 m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr eingespart werden.

Jährliche Wassereinsparung:

$$19 \text{ [m}^3\text{/d]} \cdot 365 \text{ [d/a]} = 6935 \text{ [m}^3\text{/a]} \quad (62)$$

### **Sperrwässer:**

Hier wurde untersucht, nach welchen Parametern die Sperrwassermengen eingestellt sind. Dabei konnte festgestellt werden, dass bei Aggregaten, die noch Sperrwässer benötigen, Strömungswächter installiert sind, die eine optimale Zufuhr an Sperr- oder Frischwasser gewährleisten. An vielen Maschinen wurden mittlerweile Gleitringdichtungen eingebaut, die das Sperrwasser ohnehin zur Gänze ersetzen. Das erklärt auch die relativ geringe Sperrwassermenge.

Weiters wurde die Möglichkeit einer Kreislaufführung der Sperrwässer in Betracht gezogen, jedoch scheiterte diese Maßnahme an Problemen wie der Erfassung, der Verschmutzung und letztlich den Kosten. Dabei muss bedacht werden, dass für die Erfassung jegliche Infrastruktur, wie die Rohrleitungen sowie Behälter, Pumpen und Mess- und Regeltechnik, fehlt bzw. erst eingebaut werden müsste.



### 6.1.3 Papierfabrik

In der Papierfabrik wurden folgende Bereiche untersucht:

- Sperrwässer
- Wärmetauscher Abwasser PM 4

#### **Sperrwässer:**

Die Sperrwässer wurden nach den gleichen Parametern wie in der Zellstofffabrik untersucht. Auch hier konnte festgestellt werden, dass bei vielen Aggregaten mittlerweile Gleitringdichtungen verwendet werden und die restlichen Sperrwasserverbraucher durch Strömungswächter auf einen optimalen Betrieb geeicht wurden.

#### **Wärmetauscher Abwasser PM 4:**

Auch bei diesem Wärmetauscher wurde festgestellt, dass er schon mit minimaler Kühlwassermenge betrieben wird, da das ausströmende Kühlgut (Abwasser) eine Temperatur von durchschnittlich 31 °C aufweist (30 °C für die Biologie erwünscht). Zusätzlich wurde dieser Wärmetauscher durch eine Stop and Go – Fahrweise zusätzlich optimiert, was einen unnötigen Verbrauch an Kühlwasser verhindert.

Natürlich ist es so, dass auch dieser Wärmetauscher verschmutzt und somit der Wirkungsgrad sinkt und die Kühlleistung verschlechtert wird. Um den schlechteren Wirkungsgrad zu kompensieren wird nach und nach der Durchfluss von Kühlwasser erhöht. Diese Fahrweise ist notwendig, weil das Wartungsintervall für diesen Wärmetauscher ungefähr 1 Jahr beträgt.

Es wäre hier empfehlenswert das Wartungsintervall auf 3 Monate zu verkürzen. Zusätzlich sollte die Wartung nicht wie bisher durch einen kompletten Auseinanderbau des Wärmetauschers bestehen, der sehr zeitaufwendig ist, sondern wie in der Zellstofffabrik durch Reinigung mit Druckluft. Dieses System hat sich bisher bewährt und sollte daher auch hier durchgeführt werden.



#### 6.1.4 Biologische Abwasserreinigungsanlage

In der biologischen Abwasserreinigungsanlage konnten keine wesentlichen Einsparungspotentiale festgestellt werden, da der Verbrauch an Frischwasser im Vergleich zu den anderen Anlagenteilen ohnehin sehr gering ist.

Sollten einige Maßnahmen in der Zellstofffabrik umgesetzt werden, so ergeben sich für die Biologie geringere quantitative Belastungen.

#### 6.2 Weitere Empfehlungen bezüglich der Wasserbilanz

Um eine ständige Aktualisierung der bestehenden Wasserbilanz gewährleisten zu können, wird die Installation fixer induktiver Durchflussmesser an folgenden 3 Stellen empfohlen (die Stellen sind im Anhang V, dem Flow sheet ersichtlich):

Messstelle 1.3      Messung des Kühlwasserstroms für die Kühlung des Abwassers der PM 4

Messstelle 2.8      Messung des Gesamtwasserbedarfs der Zellstofffabrik

Messstelle 3.2      Messung des Gesamtkühlwasserbedarfs der PM 4

An allen anderen, für die Gesamtbilanz relevanten Strömen, befinden sich bereits fix installierte IDM's, die eine Abschätzung über den Wasserbedarf des Standortes ermöglichen.



## 7 Zusammenfassung

Die Aufgabenstellung und zugleich die Zielsetzung dieser Diplomarbeit war die Erstellung einer Wasserbilanz (Input- und Outputströme) für den Papier- und Zellstoffproduktionsstandort Kematen der Neusiedler AG.

Tabelle 23: Gesamtbilanz des Standortes

<b>Gesamtbilanz</b>			
<b>Inputströme</b>			
Bezeichnung	Quelle	[m <sup>3</sup> /d]	[m <sup>3</sup> /a]
Frischwasserzulauf Pumpenstube	FIQ 0001	23.382	8.534.587
Kühlwasser für WT PM 4 Abwasser	MSt 3.1	1.598	583.270
Wassergehalt der Hilfsstoffe	Rechenwert	84	30.660
<b>Summe</b>		<b>25.064</b>	<b>9.148.517</b>
<b>Outputströme</b>			
Bezeichnung	Quelle	[m <sup>3</sup> /d]	[m <sup>3</sup> /a]
Abwasser in den Fluter	FQR 9032	11.702	4.271.230
Restfeuchte im Überschussschlamm	Rechenwert	21	7.665
Kühlwasser PM 4 in die Ybbs	MSt 3.2	1.728	630.720
Kühlwasser WT PM 4 in die Ybbs	MSt 3.1	1.598	583.270
Restfeuchte im Papier	Rechenwert	17	6.205
Gas- u. Filtrat KW in die Ybbs	konst. IDM	3.408	1.243.920
Überlauf Bleichekühlung in die Ybbs	MSt 2.7	1.773	647.145
Frischwasserüberlauf Absetzbecken	FIQ 0002	2.337	853.005
Frischwasserüberlauf Sandkästen	Schätzwert	750	273.750
Frischwasserüberl. Reinwasserbecken	Schätzwert	750	273.750
Dampf in die Umgebung PF	Rechenwert	315	114.975
Dampf in die Umgebung ZF	Rechenwert	190	69.350
<b>Summe</b>		<b>24.589</b>	<b>8.974.985</b>



Um diese Bilanz (Tabelle 23) erstellen zu können, musste der Standort in 4 kleinere Unterbilanzräume aufgeteilt werden. Diese wären:

- Bilanz der Pumpenstube und des Kesselhauses
- Bilanz der Zellstofffabrik
- Bilanz der Papierfabrik
- Bilanz der biologischen Abwasserreinigungsanlage

Die Input- und Outputströme dieser Unterbilanzräume sind im Kapitel 4 (Bilanzierungen) im Detail ersichtlich.

In Tabelle 23 (Gesamtbilanz des Standortes) sind somit nur mehr jene Teilströme erfasst, die dem Standort zufließen, bzw. ihn wieder verlassen.

Die Datenerhebung wurde einerseits durch die bereits fix installierten induktiven Durchflussmessgeräte und andererseits durch ein mobiles Ultraschalldurchflussmessgerät bewerkstelligt.

Dabei wurden die Daten der IDM's im firmeneigenen Intranet gesammelt und dann in tabellarischer Form ausgewertet. Fehlende Werte konnten dann mittels mobiler Messungen ergänzt werden.

Das Ergebnis war somit eine Input-/Outputbilanz (Tabelle 23) mit einem Bilanzfehler von 1,9 %

Bilanzfehler:

$$\left(1 - \frac{24.589}{25.064}\right) \cdot 100\% = 1,9\%$$

Ein Bilanzfehler von 1,9 % ist bezogen auf die Größe des Bilanzraumes ein absolut akzeptierbarer Wert.



Ein weiterer wichtiger Punkt der Aufgabenstellung lag in der Untersuchung der wasserrechtlichen Situation und der Prüfung der bestehenden Bescheide.

Dabei musste auch auf die Kühlwassersituation genauer eingegangen werden. Die genauen Daten dazu sind im Kapitel 5 (Wasserrechtliche Situation) ersichtlich.

Das Ergebnis dieser Untersuchung ist, dass momentan keine wasserrechtlichen Verfehlungen seitens des Betriebes getätigt werden. Jedoch muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass die Einleitung der Kühlwässer einen gewissen Graubereich darstellt.

Der dritte Kernpunkt der Aufgabenstellung war die Suche und auch die Quantifizierung von Wassereinsparungs- bzw. Verbesserungspotentialen.

Dabei konnte festgestellt werden, dass relevante Einsparungs- und Verbesserungspotentiale hauptsächlich in der Zellstofffabrik vorliegen.

Bereiche wie der Chemiewäscher 2 und Filter 2 und 3, Wuchtschüttler oder der Überlauf der Bleichekühlung bergen durchaus Potential zur Verbesserung. Die dazu angestellten Berechnungen sind im Kapitel 6 im Detail ersichtlich.

In den übrigen Teilbereichen des Standortes wie in der Biologie, der Papierfabrik oder der Pumpenstube und dem Kesselhaus konnten keine relevanten Einsparungspotentiale festgestellt werden.

Zusammenfassend muss jedoch erwähnt werden, dass im Bereich der Zellstofffabrik durchaus Potential zur Verbesserung vorliegt, wohingegen in den anderen Bereichen des Standortes eine eventuelle Verbesserung nur sehr schwer zu erreichen ist.



## 8 Verzeichnisse

### 8.1 Literaturverzeichnis

- [1] Bilanzierung der Wärmeströme einer Papierfabrik zur Verminderung der thermischen Belastung eines Vorfluters und der Energieverluste  
Dietl-Schuller, Wolfgang, September 1994
- [2] Dober, Johann, Skripten  
Klärfacharbeiter der Neusiedler AG Standort Kematen
- [3] Internetrecherche Massenbilanzen allgemein  
[www.vms.at/8/8\\_1\\_2.htm](http://www.vms.at/8/8_1_2.htm)
- [4] Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC)  
Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry  
Draft dated February 2000
- [5] Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC)  
Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry  
Draft dated December 2001
- [6] Papiermacher Taschenbuch  
5. Auflage 1982 Dr. Kurt Haefener Verlag GmbH Heidelberg
- [7] Abfallwirtschaftskonzept Neusiedler AG  
Fassung Februar 2001
- [8] Abwässer der Papierfabrikation – Perspektiven für eine umweltverträgliche Papierwirtschaft  
Werkstattbericht Nr.18  
Dipl.-Biol. Ekaterina Atmatzidis





- [9] Skriptum Thermische Verfahrenstechnik von ao.Prof.Dr. Josef Draxler SS 2002  
Institut für Verfahrenstechnik des Industriellen Umweltschutzes
- [10] Skriptum Energiebilanzen ao.Prof.Dr. Josef Draxler SS 2004  
Institut für Verfahrenstechnik des Industriellen Umweltschutzes
- [11] Internetrecherche Durchflussmessung  
[www.siemens.com](http://www.siemens.com)  
[www.krohne.com](http://www.krohne.com)
- [12] Bedienungsanleitung PT 878 Transportables Ultraschalldurchflussmessgerät  
Version 9/2003 von GE Panametrics
- [13] Technisches Handbuch und Bedienungsanleitung des  
Ultraschallwanddickenmessgerätes DMS der Firma Krautkrämer – Branson  
Ausgabe 03, 12/94 Ident.-Nr. 28 538
- [14] Wasserrechtliche Bewilligung der Niederösterreichischen Landesregierung  
vom 9.Juli 1992
- [15] Wasserrechtlicher Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Amstetten vom 27.  
Juni 2000
- [16] Wasserrechtsgesetz mit der WRG-Novelle 2003  
Kodex 9.Auflage Stand 1.9.2003
- [17] Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom  
23.10.2000



## 8.2 Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AG	Aktiengesellschaft
atro	absolut trocken
AVG	Allgemeines Verwaltungsverfahrensgesetz
BARA	Biologische Abwasserreinigungsanlage
BAT	Best available technique
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BSB	Biologischer Sauerstoffbedarf
BTV	Biologische Trockensubstanzverwertung
°C	Grad Celsius
ca.	cirka
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
CRG	Chemikalienrückgewinnungsanlage
d	Tag
DKS	Durchlaufkühlsystem
EU	Europäische Union
EDA	Eindampfanlage
EVN	Elektrizitätsversorgung Niederösterreich
h	Stunde
IDM	Induktives Durchflussmessgerät
KH	Kesselhaus
lutro	lufttrocken
M	Motor, Pumpe
m	Monat
min	Minuten
MSt	Messstelle
N	Stickstoff
P	Phosphor
PF	Papierfabrik
PM	Papiermaschine
t	Tonnen
TS	Trockensubstanz
WT	Wärmetauscher
WRG	Wasserrechtsgesetz



z.B. zum Beispiel  
ZF Zellstofffabrik

### 8.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Werte für den Sulfatprozess.....	12
Tabelle 2: BAT-Empfehlung für den Sulfatprozess .....	12
Tabelle 3: Werte für den Sulfitprozess .....	14
Tabelle 4: BAT-Empfehlung für den Sulfitprozess .....	14
Tabelle 5: Werte für die mechanisch-chemische Zellstoffherstellung.....	15
Tabelle 6: BAT-Empfehlung für die mechanisch-chemische Zellstoffherstellung .....	15
Tabelle 7: Werte für die Zellstoffherstellung aus Altpapier .....	16
Tabelle 8: Werte für die Papierproduktion .....	17
Tabelle 9: Technische Daten Vollentsalzung .....	34
Tabelle 10: Inputströme Pumpenstube und Kesselhaus .....	59
Tabelle 11: Outputströme Pumpenstube und Kesselhaus .....	61
Tabelle 12: Durchflusscharakteristik Kühlwasserstrom.....	63
Tabelle 13: Kondensatströme.....	65
Tabelle 14: Inputströme Zellstofffabrik .....	67
Tabelle 15: Outputströme Zellstofffabrik.....	70
Tabelle 16: Inputströme der Papierfabrik.....	72
Tabelle 17: Outputströme der Papierfabrik .....	75
Tabelle 18: Inputströme der BARA .....	78
Tabelle 19: Outputströme der BARA.....	79
Tabelle 20: Gesamtbilanz des Standortes Kematen .....	82
Tabelle 21: Kühlwasserströme .....	89
Tabelle 22: Alternative Frischwasserverbraucher für den Überlauf der Bleichekühlung.....	95
Tabelle 23: Gesamtbilanz des Standortes.....	100



## 8.4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kontrollvolumen .....	19
Abbildung 2: Geschlossenes und offenes System.....	20
Abbildung 3: magnetisch-induktive Durchflussmessung.....	22
Abbildung 4: Messprinzip der Ultraschalldurchflussmessung .....	25
Abbildung 5: Ultraschalldurchflussmessgerät PT 878 mit Zubehör .....	26
Abbildung 6: Dickenmessung mit Sender/Empfänger Prüfkopf.....	28
Abbildung 7: Rohwasseraufbereitung .....	31
Abbildung 8: Fließschema Chemikalienrückgewinnung.....	37
Abbildung 9: Fließschema Eindampfanlage.....	38
Abbildung 10: Verdampferstufe.....	40
Abbildung 11: Fließschema Biotrockensubstanzverwertungsanlage.....	41
Abbildung 12: Zellstoffkocher .....	43
Abbildung 13: Skizze eines Kochers .....	44
Abbildung 14: Fließschema der Papierfabrik .....	48
Abbildung 15: Plattenwärmetauscher im Gegenstrombetrieb.....	50
Abbildung 16: Fließschema der biologischen Abwasserreinigungsanlage .....	52
Abbildung 17: Rechenschema des Wassergehalts der Hackschnitzel.....	68



## Anhang I IDM Daten der einzelnen Bilanzräume

Bilanzraum Pumpenstufe und Kesselhaus Teil 1						
Datum	Rohwassermenge	Rohwassermenge	Rohwasserüberl	Rohwasserüberl	Axpro	Axpro
	FI0001Q:av		FI0002Q:av		FI1201:av	
		m³/d		m³/d		m³/d
14.06.2004 06:00	52863	23029	646659	2107	48	1140
13.06.2004 06:00	29834	23108	644552	2357	32	766
12.06.2004 06:00	6726	24325	642195	2557	66	1579
11.06.2004 06:00	982401	24705	639638	1690	44	1048
10.06.2004 06:00	957696	23535	637948	870	26	625
09.06.2004 06:00	934162	23257	637078	2012	80	1908
08.06.2004 06:00	910905	23444	635066	1894	71	1696
07.06.2004 06:00	887461	23374	633172	1852	54	1291
06.06.2004 06:00	864088	23423	631320	4102	39	938
05.06.2004 06:00	840665	24479	627219	2961	32	760
04.06.2004 06:00	816186	24065	624258	1751	52	1255
03.06.2004 06:00	792121	24161	622506	1725	29	697
02.06.2004 06:00	767959	24338	620782	2187	23	542
01.06.2004 06:00	743621	24296	618594	2252	40	969
31.05.2004 06:00	719325	23079	616342	2146	30	709
30.05.2004 06:00	696246	22116	614196	2431	0	1
29.05.2004 06:00	674131	22678	611765	2094	21	510
28.05.2004 06:00	651453	22588	609671	2081	58	1393
27.05.2004 06:00	628864	22436	607591	2750	37	886
26.05.2004 06:00	606429	22167	604841	2237	89	2136
25.05.2004 06:00	584262	22123	602604	2122	47	1133
24.05.2004 06:00	562139	22081	600482	2034	54	1293
23.05.2004 06:00	540058	22324	598448	2058	56	1344
22.05.2004 06:00	517734	22643	596389	2011	70	1673
21.05.2004 06:00	495092	22677	594378	1891	67	1601
20.05.2004 06:00	472415	24397	592488	3606	55	1318
19.05.2004 06:00	448018	23178	588881	2646	52	1259
18.05.2004 06:00	424839	22763	586235	1962	59	1407
17.05.2004 06:00	402076	23182	584273	2111	73	1752
16.05.2004 06:00	378895	25122	582162	3749	43	1042
15.05.2004 06:00	353773	24929	578412	3357	58	1400
14.05.2004 06:00	328844	24219	575055	3189	64	1525
13.05.2004 06:00	304625	304625	571866	571866	25	611
Maximalwert		25122		4102		2136
Minimalwert		22081		870		1
Mittelwerte		<b>23382</b>		<b>2337</b>		<b>1175</b>



Bilanzraum Pumpenstube und Kesselhaus Teil 2						
Datum	Mischbetfilter	Mischbetfilter	Deionat	Deionat	Laugenkessel	Laugenkessel
	FI0801Q:av		FI0802Q:av		FI0017Q:av	
		m³/d		m³/d		m³/d
14.06.2004 06:00	165506	626	326543	1274	197196	780
13.06.2004 06:00	164880	654	325269	1271	196416	750
12.06.2004 06:00	164227	617	323998	1072	195666	729
11.06.2004 06:00	163609	685	322926	1291	194937	756
10.06.2004 06:00	162924	716	321634	1296	194182	768
09.06.2004 06:00	162209	686	320338	1308	193414	817
08.06.2004 06:00	161523	667	319030	1279	192597	813
07.06.2004 06:00	160856	699	317751	1310	191784	809
06.06.2004 06:00	160157	669	316441	1278	190975	796
05.06.2004 06:00	159488	705	315163	1335	190179	821
04.06.2004 06:00	158783	683	313829	1340	189357	796
03.06.2004 06:00	158100	658	312489	1288	188561	778
02.06.2004 06:00	157442	668	311201	1322	187783	841
01.06.2004 06:00	156774	679	309879	1271	186943	816
31.05.2004 06:00	156095	671	308607	1301	186126	822
30.05.2004 06:00	155424	657	307306	1287	185304	817
29.05.2004 06:00	154767	687	306019	1266	184487	803
28.05.2004 06:00	154080	646	304753	1144	183685	789
27.05.2004 06:00	153434	682	303610	1305	182895	761
26.05.2004 06:00	152752	715	302305	1365	182135	774
25.05.2004 06:00	152037	726	300940	1394	181361	824
24.05.2004 06:00	151311	668	299546	1418	180536	845
23.05.2004 06:00	150643	653	298128	1379	179691	852
22.05.2004 06:00	149990	671	296749	1323	178838	806
21.05.2004 06:00	149318	663	295426	1335	178032	818
20.05.2004 06:00	148655	716	294090	1342	177214	843
19.05.2004 06:00	147940	712	292749	1059	176371	807
18.05.2004 06:00	147228	735	291690	1425	175564	819
17.05.2004 06:00	146493	698	290265	1400	174745	840
16.05.2004 06:00	145795	678	288865	1410	173906	863
15.05.2004 06:00	145117	696	287455	1403	173043	863
14.05.2004 06:00	144422	699	286052	1428	172179	833
13.05.2004 06:00	143723	143723	284624	284624	171346	171346
Maximalwert		735		1428		863
Minimalwert		617		1059		729
Mittelwerte		<b>681</b>		<b>1310</b>		<b>808</b>



Bilanzraum Pumpenstube und Kesselhaus Teil 3						
Datum	40 T Kessel	40 T Kessel	Dampf Laugenkessel	Dampf Laugenkessel	Dampf 40 T Kessel	Dampf 40 T Kessel
	FI1102Q:av		FI0050Q:av		FI1105Q:av	
		m³/d		t/d		t/d
14.06.2004 06:00	171366	620	183124	733	166550	613
13.06.2004 06:00	170746	655	182391	704	165938	647
12.06.2004 06:00	170091	475	181687	682	165290	454
11.06.2004 06:00	169616	678	181005	687	164836	669
10.06.2004 06:00	168938	676	180318	681	164167	667
09.06.2004 06:00	168262	639	179638	740	163500	630
08.06.2004 06:00	167623	607	178898	746	162870	596
07.06.2004 06:00	167016	647	178152	729	162274	637
06.06.2004 06:00	166369	624	177423	730	161637	610
05.06.2004 06:00	165745	665	176693	719	161027	637
04.06.2004 06:00	165080	683	175974	721	160390	672
03.06.2004 06:00	164397	654	175252	706	159718	642
02.06.2004 06:00	163743	619	174547	762	159076	608
01.06.2004 06:00	163124	592	173784	762	158469	577
31.05.2004 06:00	162532	620	173022	753	157891	608
30.05.2004 06:00	161912	614	172269	750	157284	601
29.05.2004 06:00	161297	612	171519	749	156683	600
28.05.2004 06:00	160685	500	170771	744	156083	480
27.05.2004 06:00	160185	687	170027	719	155602	677
26.05.2004 06:00	159498	725	169308	722	154925	717
25.05.2004 06:00	158773	726	168586	756	154208	713
24.05.2004 06:00	158048	733	167831	762	153494	705
23.05.2004 06:00	157315	672	167069	788	152789	665
22.05.2004 06:00	156643	662	166281	750	152125	658
21.05.2004 06:00	155980	662	165531	754	151467	658
20.05.2004 06:00	155318	626	164777	783	150809	621
19.05.2004 06:00	154692	397	163994	750	150188	370
18.05.2004 06:00	154294	745	163244	764	149818	740
17.05.2004 06:00	153550	704	162481	781	149078	700
16.05.2004 06:00	152846	690	161699	804	148379	685
15.05.2004 06:00	152156	680	160896	806	147694	675
14.05.2004 06:00	151475	714	160090	775	147019	711
13.05.2004 06:00	150761	150761	159315	159315	146308	146308
Maximalwert		745		806		740
Minimalwert		397		681		370
Mittelwerte		<b>644</b>		<b>744</b>		<b>633</b>



Bilanzraum Pumpenstube und Kesselhaus Teil 4						
Datum	Turbine 1	Turbine 1	Turbine 2	Turbine 2	Reduzierstation 3 bar	Reduzierstation 3 bar
	FI17201Q:av		FI1522Q:av		FI17005Q:av	
		t/d		t/d		t/d
14.06.2004 06:00	7190	0	338811	1336	1199	0
13.06.2004 06:00	7190	0	337475	1342	1199	0
12.06.2004 06:00	7190	0	336133	1119	1199	0
11.06.2004 06:00	7190	0	335014	1345	1199	0
10.06.2004 06:00	7190	0	333669	1342	1199	0
09.06.2004 06:00	7190	0	332327	1364	1199	0
08.06.2004 06:00	7190	0	330963	1335	1199	0
07.06.2004 06:00	7190	0	329629	1356	1199	0
06.06.2004 06:00	7190	0	328273	1332	1199	0
05.06.2004 06:00	7190	0	326941	1346	1199	0
04.06.2004 06:00	7190	0	325595	1379	1199	0
03.06.2004 06:00	7190	0	324216	1338	1199	0
02.06.2004 06:00	7190	0	322878	1363	1199	0
01.06.2004 06:00	7190	0	321514	1333	1199	0
31.05.2004 06:00	7190	0	320181	1353	1199	0
30.05.2004 06:00	7190	0	318828	1343	1199	0
29.05.2004 06:00	7190	0	317485	1339	1199	0
28.05.2004 06:00	7190	0	316146	1212	1199	0
27.05.2004 06:00	7190	0	314934	1386	1199	0
26.05.2004 06:00	7190	0	313548	1429	1199	0
25.05.2004 06:00	7190	0	312119	1457	1199	1
24.05.2004 06:00	7190	0	310663	1456	1198	1
23.05.2004 06:00	7190	0	309207	1443	1197	0
22.05.2004 06:00	7190	0	307764	1402	1197	0
21.05.2004 06:00	7190	0	306362	1403	1197	0
20.05.2004 06:00	7190	145	304959	1199	1197	0
19.05.2004 06:00	7045	328	303760	662	1197	21
18.05.2004 06:00	6718	355	303098	1116	1176	1
17.05.2004 06:00	6362	0	301982	1470	1175	2
16.05.2004 06:00	6362	0	300512	1479	1174	1
15.05.2004 06:00	6362	0	299033	1470	1173	0
14.05.2004 06:00	6362	0	297563	1473	1173	0
13.05.2004 06:00	6362	6362	296090	296090	1173	1173
Maximalwert		355		1479		21
Minimalwert		0		662		0
Mittelwerte		<b>26</b>		<b>1335</b>		<b>1</b>





Bilanzraum Pumpenstube und Kesselhaus Teil 5						
Datum	Reduzie rstation 12 bar	Reduzie rstation 12 bar	3 bar ZF	3 bar ZF	3 bar PM4	3 bar PM4
	FI17102Q:av		FI6074Q:av		FI4212Q:av	
		t/d		t/d		t/d
14.06.2004 06:00	1593	0	47998	159	119782	554
13.06.2004 06:00	1593	0	47839	179	119228	551
12.06.2004 06:00	1593	0	47660	172	118677	239
11.06.2004 06:00	1593	0	47488	191	118438	516
10.06.2004 06:00	1593	0	47297	183	117922	501
09.06.2004 06:00	1593	0	47115	194	117421	541
08.06.2004 06:00	1593	0	46921	188	116880	542
07.06.2004 06:00	1593	0	46733	205	116338	537
06.06.2004 06:00	1593	0	46528	186	115801	539
05.06.2004 06:00	1593	0	46342	207	115261	547
04.06.2004 06:00	1593	0	46135	200	114714	568
03.06.2004 06:00	1593	0	45935	186	114147	556
02.06.2004 06:00	1593	0	45750	191	113591	547
01.06.2004 06:00	1593	0	45558	188	113043	511
31.05.2004 06:00	1593	0	45370	187	112533	551
30.05.2004 06:00	1593	0	45183	206	111981	506
29.05.2004 06:00	1593	0	44977	209	111475	486
28.05.2004 06:00	1593	0	44767	199	110989	332
27.05.2004 06:00	1593	0	44568	211	110657	543
26.05.2004 06:00	1593	0	44358	209	110114	563
25.05.2004 06:00	1593	0	44148	207	109552	562
24.05.2004 06:00	1593	0	43941	203	108990	562
23.05.2004 06:00	1593	0	43738	208	108428	560
22.05.2004 06:00	1593	0	43530	204	107868	548
21.05.2004 06:00	1593	0	43326	201	107319	531
20.05.2004 06:00	1593	0	43125	196	106789	452
19.05.2004 06:00	1593	0	42929	197	106337	130
18.05.2004 06:00	1593	0	42732	207	106207	471
17.05.2004 06:00	1593	0	42525	212	105736	550
16.05.2004 06:00	1592	0	42313	210	105187	547
15.05.2004 06:00	1592	0	42103	208	104640	540
14.05.2004 06:00	1592	0	41895	208	104100	543
13.05.2004 06:00	1591	1591	41687	41687	103557	103557
Maximalwert		0		212		568
Minimalwert		0		159		130
Mittelwerte		<b>0</b>		<b>197</b>		<b>507</b>



Bilanzraum Pumpenstube und Kesselhaus Teil 6						
Datum	3 bar PM3	3 bar PM3	3 bar EDA	3 bar EDA	12 bar ZF	12 bar ZF
	FI86000Q:av		FI0341Q:av		FI1710Q:av	
		t/d		t/d		t/d
14.06.2004 06:00	44080	208	53163	204	4520	46
13.06.2004 06:00	43872	192	52959	193	4474	57
12.06.2004 06:00	43680	209	52766	178	4417	55
11.06.2004 06:00	43471	198	52588	189	4362	72
10.06.2004 06:00	43273	199	52400	202	4290	57
09.06.2004 06:00	43074	172	52198	207	4233	62
08.06.2004 06:00	42902	151	51991	215	4170	60
07.06.2004 06:00	42750	161	51776	203	4111	57
06.06.2004 06:00	42589	169	51573	208	4054	49
05.06.2004 06:00	42420	173	51365	197	4005	57
04.06.2004 06:00	42247	174	51168	211	3947	63
03.06.2004 06:00	42073	160	50957	202	3884	56
02.06.2004 06:00	41913	174	50755	204	3828	61
01.06.2004 06:00	41738	171	50551	215	3768	63
31.05.2004 06:00	41567	177	50337	210	3705	55
30.05.2004 06:00	41390	186	50126	201	3649	56
29.05.2004 06:00	41204	189	49926	195	3593	62
28.05.2004 06:00	41015	193	49731	192	3532	0
27.05.2004 06:00	40822	192	49539	190		0
26.05.2004 06:00	40629	196	49349	211		0
25.05.2004 06:00	40434	201	49139	203		0
24.05.2004 06:00	40233	218	48935	189		0
23.05.2004 06:00	40015	187	48747	197		0
22.05.2004 06:00	39828	170	48550	180		0
21.05.2004 06:00	39658	170	48369	193		0
20.05.2004 06:00	39488	173	48176	210		0
19.05.2004 06:00	39315	52	47966	203		0
18.05.2004 06:00	39264	178	47763	232		0
17.05.2004 06:00	39086	180	47531	227		0
16.05.2004 06:00	38905	200	47304	223		0
15.05.2004 06:00	38706	206	47081	223		0
14.05.2004 06:00	38499	201	46858	230		0
13.05.2004 06:00	38299	38299	46628	46628		0
Maximalwert		218		232		72
Minimalwert		52		178		0
Mittelwerte		<b>181</b>		<b>204</b>		<b>55</b>



Bilanzraum Pumpenstube und Kesselhaus Teil 7			
Datum	12 bar LK	12 bar LK	
	FI0703Q:av	TI0093:av	
			t/d
14.06.2004 06:00	3224		13
13.06.2004 06:00	3211		13
12.06.2004 06:00	3198		13
11.06.2004 06:00	3185		13
10.06.2004 06:00	3172		13
09.06.2004 06:00	3159		13
08.06.2004 06:00	3146		14
07.06.2004 06:00	3132		14
06.06.2004 06:00	3118		14
05.06.2004 06:00	3105		14
04.06.2004 06:00	3091		14
03.06.2004 06:00	3077		14
02.06.2004 06:00	3063		14
01.06.2004 06:00	3049		14
31.05.2004 06:00	3036		14
30.05.2004 06:00	3022		14
29.05.2004 06:00	3008		14
28.05.2004 06:00	2994		14
27.05.2004 06:00	2980		14
26.05.2004 06:00	2966		14
25.05.2004 06:00	2953		14
24.05.2004 06:00	2939		14
23.05.2004 06:00	2925		14
22.05.2004 06:00	2911		14
21.05.2004 06:00	2897		14
20.05.2004 06:00	2883		14
19.05.2004 06:00	2869		14
18.05.2004 06:00	2855		14
17.05.2004 06:00	2841		14
16.05.2004 06:00	2827		14
15.05.2004 06:00	2813		14
14.05.2004 06:00	2799		14
13.05.2004 06:00	2785		2785
Maximalwert			14
Minimalwert			13
Mittelwerte			<b>14</b>



Bilanzraum Zellstofffabrik Teil 1						
Datum	IDM Gaskühler	IDM Gaskühler	Rohsäure Kocherei	Rohsäure Kocherei	EOP NaOH	EOP NaOH
	Handwert		FI0169Q:av		ficq_7203	
	m³/h	m³/d		m³/d	l/min	m³/d
14.06.2004 06:00	142	3408	121884	465,1	9,09	13,09
13.06.2004 06:00	142	3408	121419	520,3	9,46	13,62
12.06.2004 06:00	142	3408	120899	558,7	7,55	10,86
11.06.2004 06:00	142	3408	120340	462,8	12,54	18,05
10.06.2004 06:00	142	3408	119877	512,8	7,87	11,33
09.06.2004 06:00	142	3408	119364	506,1	7,03	10,13
08.06.2004 06:00	142	3408	118858	530,0	7,62	10,98
07.06.2004 06:00	142	3408	118328	564,2	7,78	11,20
06.06.2004 06:00	142	3408	117764	466,3	7,80	11,23
05.06.2004 06:00	142	3408	117298	563,5	8,03	11,56
04.06.2004 06:00	142	3408	116734	587,5	6,44	9,28
03.06.2004 06:00	142	3408	116147	540,4	8,15	11,73
02.06.2004 06:00	142	3408	115606	520,8	7,98	11,49
01.06.2004 06:00	142	3408	115085	498,8	8,43	12,14
31.05.2004 06:00	142	3408	114587	501,0	8,07	11,62
30.05.2004 06:00	142	3408	114086	510,7	6,39	9,20
29.05.2004 06:00	142	3408	113575	85,7	8,42	12,13
28.05.2004 06:00	142	3408	113489	348,9	7,06	10,17
27.05.2004 06:00	142	3408	113140	527,4	6,95	10,00
26.05.2004 06:00	142	3408	112613	402,6	6,90	9,94
25.05.2004 06:00	142	3408	112210	470,2	6,50	9,36
24.05.2004 06:00	142	3408	111740	421,7	4,65	6,69
23.05.2004 06:00	142	3408	111318	489,9	7,11	10,23
22.05.2004 06:00	142	3408	110828	524,9	7,30	10,52
21.05.2004 06:00	142	3408	110304	488,2	7,97	11,48
20.05.2004 06:00	142	3408	109815	479,8	6,55	9,43
19.05.2004 06:00	142	3408	109336	485,4	8,34	12,01
18.05.2004 06:00	142	3408	108850	448,2	8,75	12,60
17.05.2004 06:00	142	3408	108402	495,4	9,44	13,60
16.05.2004 06:00	142	3408	107907	535,9	9,07	13,05
15.05.2004 06:00	142	3408	107371	508,4	8,49	12,23
14.05.2004 06:00	142	3408	106862	520,1	8,15	11,74
13.05.2004 06:00	142	3408	106342	106342,1	8,17	11,76
Maximalwert		3408		588		18
Minimalwert		3408		86		7
Mittelwerte		<b>3408</b>		<b>486</b>		<b>14</b>



Bilanzraum Zellstofffabrik Teil 2						
Datum	EOP H2O2	EOP H2O2	Filter 2+3 NaOH	Filter 2+3 NaOH	Filter 2+3 H2O2	Filter 2+3 H2O2
	frc_7225		frc_7412		frc_7416	
	l/min	m³/d	l/min	m³/d	l/min	m³/d
14.06.2004 06:00	1,39	2,01	3,58	5,15	4,51	6,49
13.06.2004 06:00	1,46	2,10	3,33	4,79	4,15	5,97
12.06.2004 06:00	1,34	1,93	2,84	4,08	4,56	6,57
11.06.2004 06:00	2,83	4,07	2,49	3,59	4,19	6,03
10.06.2004 06:00	1,25	1,80	2,42	3,49	5,02	7,23
09.06.2004 06:00	1,17	1,69	2,58	3,72	4,83	6,95
08.06.2004 06:00	1,38	1,98	2,53	3,64	5,05	7,28
07.06.2004 06:00	1,39	2,00	2,45	3,53	4,94	7,11
06.06.2004 06:00	0,00	0,00	2,48	3,57	4,89	7,05
05.06.2004 06:00	1,36	1,96	2,77	3,99	4,15	5,98
04.06.2004 06:00	1,13	1,63	2,99	4,31	4,45	6,41
03.06.2004 06:00	1,35	1,94	2,94	4,23	4,91	7,07
02.06.2004 06:00	1,34	1,92	2,72	3,92	4,97	7,16
01.06.2004 06:00	1,37	1,97	2,79	4,01	4,55	6,56
31.05.2004 06:00	1,29	1,86	2,46	3,54	4,50	6,48
30.05.2004 06:00	1,01	1,45	3,40	4,90	4,19	6,04
29.05.2004 06:00	1,35	1,95	2,79	4,01	5,26	7,57
28.05.2004 06:00	1,13	1,63	0,23	0,34	4,20	6,05
27.05.2004 06:00	0,00	0,00	2,52	3,63	0,12	0,17
26.05.2004 06:00	1,11	1,60	2,28	3,28	4,03	5,81
25.05.2004 06:00	1,10	1,59	1,91	2,75	3,60	5,18
24.05.2004 06:00	0,73	1,04	2,50	3,60	3,02	4,35
23.05.2004 06:00	1,12	1,61	2,80	4,03	4,02	5,79
22.05.2004 06:00	1,17	1,69	2,61	3,75	4,27	6,15
21.05.2004 06:00	1,28	1,85	2,63	3,79	4,30	6,19
20.05.2004 06:00	1,00	1,44	2,57	3,70	4,26	6,13
19.05.2004 06:00	1,30	1,87	2,81	4,04	4,02	5,78
18.05.2004 06:00	1,33	1,91	2,92	4,21	4,36	6,28
17.05.2004 06:00	1,41	2,03	2,77	3,99	4,36	6,27
16.05.2004 06:00	1,32	1,91	2,79	4,02	4,30	6,19
15.05.2004 06:00	1,34	1,93	2,89	4,16	4,35	6,27
14.05.2004 06:00	1,36	1,96	2,94	4,23	4,54	6,54
13.05.2004 06:00	1,36	1,96	2,90	4,17	4,31	6,20
Maximalwert		4		5		8
Minimalwert		0		0		0
Mittelwerte		3		5		6



Bilanzraum Zellstofffabrik Teil 3						
Datum	Heißwasser Filter 2+3	Heißwasser Filter 2+3	Heißwasser CW 2	Heißwasser CW 2	Heißwasser EOP	Heißwasser EOP
	Hand		frcq_7118		fic_7176	
	m³/h	m³/d	m³/h	m³/d	m³/h	m³/d
14.06.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	15,97	383
13.06.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	15,98	383
12.06.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	15,98	383
11.06.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	15,24	366
10.06.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	13,00	312
09.06.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	9,01	216
08.06.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	10,09	242
07.06.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	10,93	262
06.06.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	31,92	766
05.06.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	12,04	289
04.06.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	12,03	289
03.06.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	13,03	313
02.06.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	12,96	311
01.06.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	12,97	311
31.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	12,96	311
30.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	11,98	288
29.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	12,09	290
28.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	11,92	286
27.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	11,90	286
26.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	11,91	286
25.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	12,04	289
24.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	12,01	288
23.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	12,06	289
22.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	12,01	288
21.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	11,93	286
20.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	11,94	286
19.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	12,93	310
18.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	15,01	360
17.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	14,98	360
16.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	15,01	360
15.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	14,96	359
14.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	15,04	361
13.05.2004 06:00	20	480	13,00	312,00	14,95	359
Maximalwert		480		312		766
Minimalwert		480		312		216
Mittelwerte		<b>480</b>		<b>312</b>		<b>379</b>



Bilanzraum Zellstofffabrik Teil 4						
Datum	Heißwasser Druckfilter	Heißwasser Druckfilter	Heißwasser von EDA	Heißwasser von EDA	Bleicherei Abwasser	Bleicherei Abwasser
	frcq_7107		FIC0396Q:av		frq_7434	
	m³/h	m³/d	m³	m³/d	m³/h	m³/d
14.06.2004 06:00	43,97	1.055	133004	357,2	134	3218
13.06.2004 06:00	41,92	1.006	132647	362,9	135	3233
12.06.2004 06:00	38,01	912	132284	371,1	137	3299
11.06.2004 06:00	38,06	913	131913	378,5	133	3189
10.06.2004 06:00	43,98	1.056	131534	381,9	132	3162
09.06.2004 06:00	39,99	960	131152	389,1	144	3459
08.06.2004 06:00	48,02	1.153	130763	415,6	146	3493
07.06.2004 06:00	29,97	719	130347	392,5	152	3655
06.06.2004 06:00	41,93	1.006	129955	405,1	149	3582
05.06.2004 06:00	45,10	1.082	129550	428,9	159	3823
04.06.2004 06:00	34,94	839	129121	437,1	142	3401
03.06.2004 06:00	41,95	1.007	128684	446,8	153	3664
02.06.2004 06:00	42,02	1.009	128237	453,7	137	3297
01.06.2004 06:00	40,01	960	127783	453,0	147	3534
31.05.2004 06:00	40,00	960	127330	403,6	136	3266
30.05.2004 06:00	40,00	960	126927	400,5	145	3492
29.05.2004 06:00	36,00	864	126526	58,4	150	3601
28.05.2004 06:00	36,60	878	126468	221,1	156	3737
27.05.2004 06:00	37,96	911	126247	225,2	144	3458
26.05.2004 06:00	35,95	863	126021	224,4	128	3075
25.05.2004 06:00	33,99	816	125797	225,6	134	3206
24.05.2004 06:00	37,98	911	125572	224,6	149	3569
23.05.2004 06:00	40,03	961	125347	224,5	144	3464
22.05.2004 06:00	45,00	1.080	125122	225,1	136	3257
21.05.2004 06:00	44,95	1.079	124897	226,9	144	3461
20.05.2004 06:00	43,95	1.055	124670	225,9	148	3564
19.05.2004 06:00	39,98	959	124444	223,4	140	3352
18.05.2004 06:00	38,03	913	124221	224,4	141	3395
17.05.2004 06:00	44,05	1.057	123997	223,9	158	3793
16.05.2004 06:00	41,91	1.006	123773	224,2	152	3638
15.05.2004 06:00	44,99	1.080	123548	224,6	143	3428
14.05.2004 06:00	47,93	1.150	123324	224,2	138	3318
13.05.2004 06:00	42,04	1.009	123100	123099,7	142	3406
Maximalwert		1153		454		3823
Minimalwert		719		58		3075
Mittelwerte		<b>991</b>		<b>310</b>		<b>3439</b>





Bilanzraum Zellstofffabrik Teil 5						
Datum	Ablauge zur EDA	Ablauge zur EDA	Restl ZF	Restl ZF		
	FI0504Q:av		FRQ7224			
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /d		
14.06.2004 06:00	321548	1274		1262		
13.06.2004 06:00	320274	1203		522		
12.06.2004 06:00	319071	1199		526		
11.06.2004 06:00	317872	1284		552		
10.06.2004 06:00	316588	1327		743		
09.06.2004 06:00	315262	1289		593		
08.06.2004 06:00	313973	1264		595		
07.06.2004 06:00	312709	1222		974		
06.06.2004 06:00	311487	1228		717		
05.06.2004 06:00	310259	1238		822		
04.06.2004 06:00	309021	1271		831		
03.06.2004 06:00	307750	1240		578		
02.06.2004 06:00	306509	1278		717		
01.06.2004 06:00	305231	1176		602		
31.05.2004 06:00	304055	1119		558		
30.05.2004 06:00	302935	1065		541		
29.05.2004 06:00	301870	117		591		
28.05.2004 06:00	301754	1074		606		
27.05.2004 06:00	300680	1235		571		
26.05.2004 06:00	299445	1103		629		
25.05.2004 06:00	298341	1145		1621		
24.05.2004 06:00	297196	1111		582		
23.05.2004 06:00	296085	1113		601		
22.05.2004 06:00	294973	1335		988		
21.05.2004 06:00	293637	1263		550		
20.05.2004 06:00	292374	990		594		
19.05.2004 06:00	291384	1146		1147		
18.05.2004 06:00	290238	1186		584		
17.05.2004 06:00	289052	1218		584		
16.05.2004 06:00	287834	1275		605		
15.05.2004 06:00	286559	1140		604		
14.05.2004 06:00	285419	1248		848		
13.05.2004 06:00	284171	284171		577		
Maximalwert		1335		1621		
Minimalwert		117		522		
Mittelwerte		<b>1168</b>		<b>710</b>		





Bilanzraum Papierfabrik Teil 1						
Datum	Frischwasser PM 3	Frischwasser PM 3	Frischwasser PM 4	Frischwasser PM 4	Frischw. RWT PM 4	Frischw. RWT PM 4
	Zählerstd.		FQ 2195		FQ 2198	
		m³/d		m³/d		m³/d
14.06.2004 06:00	39722	1411	31605	730	25766	127
13.06.2004 06:00	38311	1401	30875	729	25639	124
12.06.2004 06:00	36910	1574	30146	874	25515	203
11.06.2004 06:00	35336	1651	29272	1041	25312	1018
10.06.2004 06:00	33685	1683	28231	1031	24294	594
09.06.2004 06:00	32002	1603	27200	1064	23700	578
08.06.2004 06:00	30399	1635	26136	841	23122	0
07.06.2004 06:00	28764	1372	25295	831	23122	45
06.06.2004 06:00	27392	1235	24464	857	23077	265
05.06.2004 06:00	26157	1240	23607	705	22812	0
04.06.2004 06:00	24917	1277	22902	883	22812	417
03.06.2004 06:00	23640	1284	22019	983	22395	568
02.06.2004 06:00	22356	1298	21036	988	21827	301
01.06.2004 06:00	21058	1295	20048	747	21526	0
31.05.2004 06:00	19763	1277	19301	1254	21526	805
30.05.2004 06:00	18486	1277	18047	829	20721	228
29.05.2004 06:00	17209	1197	17218	824	20493	316
28.05.2004 06:00	16012	1228	16394	892	20177	289
27.05.2004 06:00	14784	1242	15502	876	19888	428
26.05.2004 06:00	13542	1368	14626	812	19460	61
25.05.2004 06:00	12174	1489	13814	766	19399	0
24.05.2004 06:00	10685	1298	13048	701	19399	0
23.05.2004 06:00	9387	1548	12347	723	19399	0
22.05.2004 06:00	7839	1600	11624	786	19399	0
21.05.2004 06:00	6239	1719	10838	914	19399	215
20.05.2004 06:00	4520	1833	9924	921	19184	158
19.05.2004 06:00	2687	1716	9003	1014	19026	738
18.05.2004 06:00	971	1550	7989	824	18288	385
17.05.2004 06:00	54525	1307	7165	840	17903	3
16.05.2004 06:00	53218	1320	6325	837	17900	0
15.05.2004 06:00	51898	1173	5488	810	17900	0
14.05.2004 06:00	50725	1257	4678	800	17900	0
13.05.2004 06:00	49468	1064	3878	917	17900	268
Maximalwert		1833		1254		1018
Minimalwert		1064		701		0
Mittelwerte		<b>1407</b>		<b>868</b>		<b>246</b>



Bilanzraum Papierfabrik Teil 2						
Datum	Abwasser restl PF	Abwasser restl PF	Abwasser RWT PM 4	Abwasser RWT PM 4	Abwasser PM 3	Abwasser PM 3
	FQ 9105		FQ 0120		FQ 0125	
		m³/d		m³/d		m³/d
14.06.2004 06:00	1416	2379	16002	53	15727	619
13.06.2004 06:00	31037	2533	15949	138	15108	665
12.06.2004 06:00	28504	3142	15811	84	14443	710
11.06.2004 06:00	25362	4121	15727	161	13733	48
10.06.2004 06:00	21241	3441	15566	1083	13685	1452
09.06.2004 06:00	17800	2163	14483	751	12233	567
08.06.2004 06:00	15637	2691	13732	362	11666	580
07.06.2004 06:00	12946	2603	13370	4	11086	518
06.06.2004 06:00	10343	2683	13366	447	10568	417
05.06.2004 06:00	7660	2523	12919	2	10151	451
04.06.2004 06:00	5137	2725	12917	805	9700	372
03.06.2004 06:00	2412	2833	12112	715	9328	387
02.06.2004 06:00	31579	2553	11397	457	8941	446
01.06.2004 06:00	29026	2480	10940	18	8495	454
31.05.2004 06:00	26546	2652	10922	975	8041	500
30.05.2004 06:00	23894	2512	9947	242	7541	500
29.05.2004 06:00	21382	2491	9705	463	7041	619
28.05.2004 06:00	18891	2827	9242	532	6422	522
27.05.2004 06:00	16064	2868	8710	161	5900	498
26.05.2004 06:00	13196	2125	8549	338	5402	479
25.05.2004 06:00	11071	2162	8211	239	4923	664
24.05.2004 06:00	8909	2094	7972	247	4259	482
23.05.2004 06:00	6815	2265	7725	256	3777	631
22.05.2004 06:00	4550	2214	7469	241	3146	715
21.05.2004 06:00	2336	2520	7228	65	2431	746
20.05.2004 06:00	31816	2722	7163	205	1685	753
19.05.2004 06:00	29094	3891	6958	539	932	564
18.05.2004 06:00	25203	3703	6419	353	368	157
17.05.2004 06:00	21500	2317	6066	570	59514	491
16.05.2004 06:00	19183	1982	5496	359	59023	406
15.05.2004 06:00	17201	2036	5137	250	58617	498
14.05.2004 06:00	15165	1756	4887	318	58119	661
13.05.2004 06:00	13409	2022	4569	548	57458	404
Maximalwert		4121		1083		1452
Minimalwert		1756		2		48
Mittelwerte		<b>2607</b>		<b>363</b>		<b>545</b>



Bilanzraum Papierfabrik Teil 3						
Datum	Frischwasser PM 3	Frischwasser PM 3	Frischwasser PM 4	Frischwasser PM 4		Summe Frischwasser
		m <sup>3</sup> /d		m <sup>3</sup> /d		m <sup>3</sup> /d
14.06.2004 06:00	39722	1411		857		2268
13.06.2004 06:00	38311	1401		853		2254
12.06.2004 06:00	36910	1574		1077		2651
11.06.2004 06:00	35336	1651		2059		3710
10.06.2004 06:00	33685	1683		1625		3308
09.06.2004 06:00	32002	1603		1642		3245
08.06.2004 06:00	30399	1635		841		2476
07.06.2004 06:00	28764	1372		876		2248
06.06.2004 06:00	27392	1235		1122		2357
05.06.2004 06:00	26157	1240		705		1945
04.06.2004 06:00	24917	1277		1300		2577
03.06.2004 06:00	23640	1284		1551		2835
02.06.2004 06:00	22356	1298		1289		2587
01.06.2004 06:00	21058	1295		747		2042
31.05.2004 06:00	19763	1277		2059		3336
30.05.2004 06:00	18486	1277		1057		2334
29.05.2004 06:00	17209	1197		1140		2337
28.05.2004 06:00	16012	1228		1181		2409
27.05.2004 06:00	14784	1242		1304		2546
26.05.2004 06:00	13542	1368		873		2241
25.05.2004 06:00	12174	1489		766		2255
24.05.2004 06:00	10685	1298		701		1999
23.05.2004 06:00	9387	1548		723		2271
22.05.2004 06:00	7839	1600		786		2386
21.05.2004 06:00	6239	1719		1129		2848
20.05.2004 06:00	4520	1833		1079		2912
19.05.2004 06:00	2687	1716		1752		3468
18.05.2004 06:00	971	1550		1209		2759
17.05.2004 06:00	54525	1307		843		2150
16.05.2004 06:00	53218	1320		837		2157
15.05.2004 06:00	51898	1173		810		1983
14.05.2004 06:00	50725	1257		800		2057
13.05.2004 06:00	49468	1064		1185		2249
Maximalwert		1833		2059		3710
Minimalwert		1064		701		1945
Mittelwerte		<b>1407</b>		<b>1114</b>		<b>2521</b>



Bilanzraum BARA Teil 1						
Datum	Frischwasser Bio	Frischwasser Bio	Brüdenkondensat	Brüdenkondensat	Bleichereiabwasser	Bleichereiabwasser
	fqr_9804		fqr_9017		fqr_9136	
		m³/d		m³/d		m³/d
14.06.2004 06:00		1315		1426		3218
13.06.2004 06:00		958		1648		3233
12.06.2004 06:00		981		1560		3299
11.06.2004 06:00		762		1533		3189
10.06.2004 06:00		907		1509		3162
09.06.2004 06:00		876		1534		3459
08.06.2004 06:00		1189		1791		3493
07.06.2004 06:00		1367		1344		3655
06.06.2004 06:00		2332		1395		3582
05.06.2004 06:00		2725		1341		3823
04.06.2004 06:00		1813		1603		3401
03.06.2004 06:00		1536		1637		3664
02.06.2004 06:00		1675		1678		3297
01.06.2004 06:00		1570		1678		3534
31.05.2004 06:00		932		1775		3266
30.05.2004 06:00		1174		1453		3492
29.05.2004 06:00		970		1461		3601
28.05.2004 06:00		966		1421		3737
27.05.2004 06:00		1116		1508		3458
26.05.2004 06:00		1114		1515		3075
25.05.2004 06:00		720		1404		3206
24.05.2004 06:00		1480		1577		3569
23.05.2004 06:00		1410		1511		3464
22.05.2004 06:00		1261		1516		3257
21.05.2004 06:00		759		1402		3461
20.05.2004 06:00		732		1383		3564
19.05.2004 06:00		856		1413		3352
18.05.2004 06:00		1097		1466		3395
17.05.2004 06:00		1122		1416		3793
16.05.2004 06:00		1233		1428		3638
15.05.2004 06:00		1363		1430		3428
14.05.2004 06:00		1271		1508		3318
13.05.2004 06:00		1171		1467		3406
Maximalwert		2725		1791		3823
Minimalwert		720		1341		3075
Mittelwerte		<b>1136</b>		<b>1507</b>		<b>3439</b>



Bilanzraum BARA Teil 2						
Datum	Restl. Abwässer PM ZF	Restl. Abwässer PM ZF	Hochlastbelegung	Hochlastbelegung	Turbodrain	Turbodrain
	fcqr9206		fi_9241		fqr_9510	
		m³/d		m³/d		m³/d
14.06.2004 06:00		2985		2815		
13.06.2004 06:00		3307		2845		
12.06.2004 06:00		3803		3197		
11.06.2004 06:00		3755		3100		
10.06.2004 06:00		2932		2320		
09.06.2004 06:00		3450		2609		
08.06.2004 06:00		3005		2307		
07.06.2004 06:00		3456		2536		
06.06.2004 06:00		3573		2595		
05.06.2004 06:00		4677		3655		
04.06.2004 06:00		4689		3211		
03.06.2004 06:00		3735		2500		
02.06.2004 06:00		3125		2432		
01.06.2004 06:00		2949		2138		
31.05.2004 06:00		2890		2669		
30.05.2004 06:00		2658		2520		
29.05.2004 06:00		2506		2651		
28.05.2004 06:00		2627		2733		
27.05.2004 06:00		3138		2942		
26.05.2004 06:00		4161		3246		
25.05.2004 06:00		4518		3612		
24.05.2004 06:00		3291		2826		
23.05.2004 06:00		3163		2852		
22.05.2004 06:00		3005		2910		
21.05.2004 06:00		2933		2734		
20.05.2004 06:00		2683		2648		
19.05.2004 06:00		3075		2769		
18.05.2004 06:00		2832		2642		
17.05.2004 06:00		3405		3017		
16.05.2004 06:00		3727		3072		
15.05.2004 06:00		3467		2943		
14.05.2004 06:00		3190		2967		
13.05.2004 06:00		3881		3159		
Maximalwert		4689		3655		
Minimalwert		2506		2138		
Mittelwerte		<b>3351</b>		<b>2815</b>		



Bilanzraum BARA Teil 3						
Datum	Ablaufmenge Flutter	Ablaufmenge Flutter	CRG-Kanal	CRG-Kanal	Restl. ZF	Restl.ZF
	fqr_9032		fiq_9051		frq_7224	
		m³/d		m³/d		m³/d
14.06.2004 06:00		11126		1336		1262
13.06.2004 06:00		11190		1871		522
12.06.2004 06:00		11915		2034		526
11.06.2004 06:00		11433		1961		552
10.06.2004 06:00		10989		1825		743
09.06.2004 06:00		11519		1992		593
08.06.2004 06:00		11228		1916		595
07.06.2004 06:00		12075		1712		974
06.06.2004 06:00		13245		1987		717
05.06.2004 06:00		14584		1966		822
04.06.2004 06:00		13998		1976		831
03.06.2004 06:00		12495		1834		578
02.06.2004 06:00		12057		1924		717
01.06.2004 06:00		11480		1697		602
31.05.2004 06:00		10980		1933		558
30.05.2004 06:00		10789		1855		541
29.05.2004 06:00		10765		1944		591
28.05.2004 06:00		10862		1909		606
27.05.2004 06:00		11483		2037		571
26.05.2004 06:00		12040		1922		629
25.05.2004 06:00		12419		1308		1621
24.05.2004 06:00		11994		1887		582
23.05.2004 06:00		11860		1993		601
22.05.2004 06:00		11430		1758		988
21.05.2004 06:00		10673		1959		550
20.05.2004 06:00		10538		2015		594
19.05.2004 06:00		10715		1291		1147
18.05.2004 06:00		10768		1855		584
17.05.2004 06:00		11885		1961		584
16.05.2004 06:00		12213		1959		605
15.05.2004 06:00		11738		1804		604
14.05.2004 06:00		11633		1850		848
13.05.2004 06:00		12061		1926		577
Maximalwert		14584		2037		1621
Minimalwert		10538		1291		522
Mittelwerte		<b>11702</b>		<b>1854</b>		<b>710</b>



Bilanzraum BARA Teil 4						
Datum	BTV - Schlamm	BTV - Schlamm				
		m <sup>3</sup> /d		m <sup>3</sup> /d		m <sup>3</sup> /d
14.06.2004 06:00		31				
13.06.2004 06:00		64				
12.06.2004 06:00		59				
11.06.2004 06:00		57				
10.06.2004 06:00		57				
09.06.2004 06:00		58				
08.06.2004 06:00		67				
07.06.2004 06:00		56				
06.06.2004 06:00		63				
05.06.2004 06:00		57				
04.06.2004 06:00		41				
03.06.2004 06:00		40				
02.06.2004 06:00		44				
01.06.2004 06:00		42				
31.05.2004 06:00		47				
30.05.2004 06:00		38				
29.05.2004 06:00		42				
28.05.2004 06:00		51				
27.05.2004 06:00		68				
26.05.2004 06:00		60				
25.05.2004 06:00		39				
24.05.2004 06:00		65				
23.05.2004 06:00		46				
22.05.2004 06:00		33				
21.05.2004 06:00		53				
20.05.2004 06:00		54				
19.05.2004 06:00		46				
18.05.2004 06:00		58				
17.05.2004 06:00		65				
16.05.2004 06:00		65				
15.05.2004 06:00		55				
14.05.2004 06:00		53				
13.05.2004 06:00		37				
Maximalwert		68		0		0
Minimalwert		31		0		0
Mittelwerte		<b>52</b>				



## Anhang II Werte der mobilen Durchflussmessung

Bilanzraum Pumpenstube und Kesselhaus mobiles Durchflussmessgerät													
Messst.	1.Messung			2.Messung			3.Messung			ØMenge [m³/h]	ØMenge [m³/d]		
	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temp. [°C]	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temp. [°C]	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temp. [°C]				
1.1	-	-	10,0	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.3	66,6	1.598,4	20,0	66,6	1.598,4	20,0	66,6	1.598,4	20,0	66,6	1.598,4	66,6	1.598,4
1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	30,0	720,0	30,0	30,0	720,0	30,0	30,0	720,0	30,0	30,0	720,0	30,0	720,0
1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.8	7,3	175,2	10,0	7,3	175,2	10,0	7,3	175,2	10,0	7,3	175,2	7,3	175,2
1.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.10	-	-	30,0	-	-	30,0	-	-	30,0	-	-	-	-
1.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.12	32,0	768,0	25,0	32,0	768,0	25,0	32,0	768,0	25,0	32,0	768,0	32,0	768,0
1.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.15	8,0	192,0	70,0	8,0	192,0	70,0	8,0	192,0	70,0	8,0	192,0	8,0	192,0







## Bilanzraum Pumpenstube und Kesselhaus

mobiles Durchflussmessgerät

Messstelle	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temperatur [°C]	Schallgeschwindigkeit [m/s]	Aussendurchmesser [mm]	Wandstärke [mm]
1. Messung						
1.1	-	-	10,0	-	405,0	2,5
1.2	-	-	-	-	-	-
1.3	66,6	1.598,4	20,0	1.491,0	133,8	1,9
1.4	-	-	-	-	-	-
1.5	30,0	720,0	30,0	1.509,0	104,0	2,0
1.6	-	-	-	-	-	-
1.7	-	-	-	-	-	-
1.8	7,3	175,2	10,0	1.466,0	204,0	2,0
1.9	-	-	-	-	-	-
1.10	-	-	30,0	-	204,0	2,0
1.11	-	-	-	-	-	-
1.12	32,0	768,0	25,0	1.496,0	103,8	1,9
1.13	-	-	-	-	-	-
1.14	-	-	90,0	-	109,2	4,6
1.15	8,0	192,0	70,0	1.554,0	89,2	4,6

In diesem Bereich war das Messergebnis absolut unzufriedenstellend. Aber leider konnten diese Messstellen aufgrund von schlechten Rohrleitungsbeschaffenheiten oder Blechisolierungen, zu hoher Temperaturen oder zu großem Durchmesser nicht erfasst werden. Ein weiteres Problem stellten die Rohre dar, die nicht zur Gänze gefüllt waren.



## Bilanzraum Pumpenstube und Kesselhaus

mobiles Durchflussmessgerät

Messstelle	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temperatur [°C]	Schallgeschwindigkeit [m/s]	Aussendurchmesser [mm]	Wandstärke [mm]
2.Messung						
1.1	-	-	10,0	-	405,0	2,5
1.2	-	-	-	-	-	-
1.3	66,6	1.598,4	20,0	1.491,0	133,8	1,9
1.4	-	-	-	-	-	-
1.5	30,0	720,0	30,0	1.509,0	104,0	2,0
1.6	-	-	-	-	-	-
1.7	-	-	-	-	-	-
1.8	7,3	175,2	10,0	1.466,0	204,0	2,0
1.9	-	-	-	-	-	-
1.10	-	-	30,0	-	204,0	2,0
1.11	-	-	-	-	-	-
1.12	32,0	768,0	25,0	1.496,0	103,8	1,9
1.13	-	-	-	-	-	-
1.14	-	-	90,0	-	109,2	4,6
1.15	8,0	192,0	70,0	1.554,0	89,2	4,6

In diesem Bereich war das Messergebnis absolut unzufriedenstellend. Aber leider konnten diese Messstellen aufgrund von schlechten Rohrleitungsbeschaffenheiten oder Blechisolierungen, zu hoher Temperaturen oder zu großem Durchmesser nicht erfasst werden. Ein weiteres Problem stellten die Rohre dar, die nicht zur Gänze gefüllt waren.



## Bilanzraum Pumpenstube und Kesselhaus

mobiles Durchflussmessgerät

Messstelle	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temperatur [°C]	Schallgeschwindigkeit [m/s]	Aussendurchmesser [mm]	Wandstärke [mm]
3.Messung						
1.1	-	-	10,0	-	405,0	2,5
1.2	-	-	-	-	-	-
1.3	66,6	1.598,4	20,0	1.491,0	133,8	1,9
1.4	-	-	-	-	-	-
1.5	30,0	720,0	30,0	1.509,0	104,0	2,0
1.6	-	-	-	-	-	-
1.7	-	-	-	-	-	-
1.8	7,3	175,2	10,0	1.466,0	204,0	2,0
1.9	-	-	-	-	-	-
1.10	-	-	30,0	-	204,0	2,0
1.11	-	-	-	-	-	-
1.12	32,0	768,0	25,0	1.496,0	103,8	1,9
1.13	-	-	-	-	-	-
1.14	-	-	90,0	-	109,2	4,6
1.15	8,0	192,0	70,0	1.554,0	89,2	4,6

In diesem Bereich war das Messergebnis absolut unzufriedenstellend. Aber leider konnten diese Messstellen aufgrund von schlechten Rohrleitungsbeschaffenheiten oder Blechisolierungen, zu hoher Temperaturen oder zu großem Durchmesser nicht erfasst werden. Ein weiteres Problem stellten die Rohre dar, die nicht zur Gänze gefüllt waren.



**Bilanzraum Zellstofffabrik**  
mobiles Durchflussmessgerät

Messst.	1.Messung			2.Messung			3.Messung				
	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temp. [°C]	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temp. [°C]	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temp. [°C]	Ø Menge [m³/h]	Ø Menge [m³/d]
2.1	389,2	9.340,8	15,0	388,0	9.312,0	15,0	387,5	9.300,0	15,0	388,2	9.317,6
2.2	4,5	108,0	15,0	4,3	103,2	15,0	4,4	105,6	15,0	4,4	105,6
2.3	8,2	196,8	15,0	8,6	206,4	15,0	8,4	201,6	15,0	8,4	201,6
2.4	2,8	67,2	15,0	3,1	74,4	15,0	3,0	72,0	15,0	3,0	71,2
2.5	172,0	4.128,0	15,0	171,0	4.104,0	15,0	173,0	4.152,0	15,0	172,0	4.128,0
2.6	10,0	240,0	-	10,0	240,0	-	10,0	240,0	-	10,0	240,0
2.7	20 - 120	1.772,6	50,0	20 - 120	1.772,6	50,0	20 - 120	1.772,6	50,0	73,9	1.772,6
2.8	389,2	9.340,8	15,0	388,0	9.312,0	15,0	387,5	9.300,0	15,0	388,2	9.317,6
2.9	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0
2.10	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0
2.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.12	3,0	72,0	15,0	3,0	72,0	15,0	3,0	72,0	15,0	3,0	72,0
2.13	1,1	26,4	15,0	1,1	26,4	15,0	1,1	26,4	15,0	1,1	26,4



**Bilanzraum Zellstofffabrik**  
mobiles Durchflussmessgerät

Messstelle	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temperatur [°C]	Schallgeschwindigkeit [m/s]	Aussendurchmesser [mm]	Wandstärke [mm]
1. Messung						
2.1	389,2	9.340,8	15,0	1.497,0	306,0	3,0
2.2	4,5	108,0	15,0	1.495,0	54,0	2,0
2.3	8,2	196,8	15,0	1.532,0	54,0	2,0
2.4	2,8	67,2	15,0	1.513,0	53,2	1,6
2.5	172,0	4.128,0	15,0	1.502,0	203,2	1,6
2.6*	10,0	240,0	-	-	-	-
2.7	20 - 120	1.772,6	50,0	1.540,0	154,0	2,0
2.8	389,2	9.340,8	15,0	1.497,0	306,0	3,0
2.9	0,0	0,0	15,0	1.506,0	204,0	2,0
2.10	0,0	0,0	15,0	1.511,0	154,0	2,0
2.11*	-	-	-	-	-	-
2.12**	3,0	72,0	15,0	-	-	-
2.13**	1,1	26,4	15,0	-	-	-

\* Die Messstellen 2.6 und 2.11 konnten nicht erfasst werden, weil sie zu heiß für die Messköpfe des Durchflussmessgerätes waren (max. 60 °C). Daher Schätzwert

\*\* Die Messstellen 2.12 und 2.13 bestehen aus fest montierten Mengenzählern



**Bilanzraum Zellstofffabrik**  
mobiles Durchflussmessgerät

Messstelle	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temperatur [°C]	Schallgeschwindigkeit [m/s]	Aussendurchmesser [mm]	Wandstärke [mm]
2. Messung						
2.1	388,0	9.312,0	15,0	1.486,0	306,0	3,0
2.2	4,3	103,2	15,0	1.512,0	54,0	2,0
2.3	8,6	206,4	15,0	1.503,0	54,0	2,0
2.4	3,1	74,4	15,0	1.498,0	53,2	1,6
2.5	171,0	4.104,0	15,0	1.467,0	203,2	1,6
2.6*	10,0	240,0	-	-	-	-
2.7	20 - 120	1.772,6	50,0	1.543,0	154,0	2,0
2.8	388,0	9.312,0	15,0	1.485,0	306,0	3,0
2.9	0,0	0,0	15,0	1.473,0	204,0	2,0
2.10	0,0	0,0	15,0	1.475,0	154,0	2,0
2.11*	-	-	-	-	-	-
2.12**	3,0	72,0	15,0	-	-	-
2.13**	1,1	26,4	15,0	-	-	-

\* Die Messstellen 2.6 und 2.11 konnten nicht erfasst werden, weil sie zu heiß für die Messköpfe des Durchflussmessgerätes waren (max. 60 °C). Daher Schätzwert

\*\* Die Messstellen 2.12 und 2.13 bestehen aus fest montierten Mengenzählern



### Bilanzraum Zellstofffabrik

mobiles Durchflussmessgerät

Messstelle	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temperatur [°C]	Schallgeschwindigkeit [m/s]	Aussendurchmesser [mm]	Wandstärke [mm]
3. Messung						
2.1	387,5	9.300,0	15,0	1.463,0	306,0	3,0
2.2	4,4	105,6	15,0	1.475,0	54,0	2,0
2.3	8,4	201,6	15,0	1.471,0	54,0	2,0
2.4	3,0	72,0	15,0	1.482,0	53,2	1,6
2.5	173,0	4.152,0	15,0	1.467,0	203,2	1,6
2.6*	10,0	240,0	-	-	-	-
2.7	20 - 120	1.772,6	50,0	1.545,0	154,0	2,0
2.8	387,5	9.300,0	15,0	1.481,0	306,0	3,0
2.9	0,0	0,0	15,0	1.473,0	204,0	2,0
2.10	0,0	0,0	15,0	1.465,0	154,0	2,0
2.11*	-	-	-	-	-	-
2.12**	3,0	72,0	15,0	-	-	-
2.13**	1,1	26,4	15,0	-	-	-

\* Die Messstellen 2.6 und 2.11 konnten nicht erfasst werden, weil sie zu heiß für die Messköpfe des Durchflussmessgerätes waren (max. 60 °C). Daher Schätzwert

\*\* Die Messstellen 2.12 und 2.13 bestehen aus fest montierten Mengenzählern



**Bilanzraum Papierfabrik**  
mobiles Durchflussmessgerät

Messst.	1. Messung			2. Messung			3. Messung				
	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temp. [°C]	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temp. [°C]	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temp. [°C]	Ø Menge [m³/h]	Ø Menge [m³/d]
3.1	66,6	1.598,4	20,0	66,6	1.598,4	20,0	66,6	1.598,4	20,0	66,6	1.598,4
3.2	72,0	1.728,0	20,0	72,0	1.728,0	20,0	72,0	1.728,0	20,0	72,0	1.728,0
3.3	58,5	1.404,0	20,0	58,3	1.399,2	20,0	58,5	1.404,0	20,0	58,4	1.402,4
3.4	35,5	852,0	20,0	36,0	864,0	20,0	35,3	847,2	20,0	35,6	854,4
3.5	56,3	1.351,2	20,0	56,0	1.344,0	20,0	57,0	1.368,0	20,0	56,4	1.354,4
3.6	11,0	264,0	20,0	11,0	264,0	20,0	11,0	264,0	20,0	11,0	264,0





**Bilanzraum Papierfabrik**  
mobiles Durchflussmessgerät

Messstelle	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temperatur [°C]	Schallgeschwindigkeit [m/s]	Aussendurchmesser [mm]	Wandstärke [mm]
1. Messung						
3.1*	66,6	1.598,4	20,0	1.491,0	133,8	1,9
3.2	72,0	1.728,0	20,0	1.490,0	204,0	2,0
3.3	58,5	1.404,0	20,0	1.492,0	204,0	2,0
3.4	35,5	852,0	20,0	1.487,0	153,8	1,9
3.5	56,3	1.351,2	20,0	1.487,0	153,6	1,8
3.6	11,0	264,0	20,0	1.485,0	103,8	1,9

\* Dieser Messstelle zeichnete sich durch extreme Diskontinuität aus. Jedoch konnte nach 30 minütiger Dauermessung folgender Trend abgelesen werden:

- 7,5 min 110 m³/h
- 7,5 min 100 m³/h
- 9 min 2,4 m³/h
- 2 min 20 m³/h
- 4 min 90 m³/h

Mittelwert:  $(7,5 \cdot 110 + 7,5 \cdot 100 + 9 \cdot 2,4 + 2 \cdot 20 + 4 \cdot 90) / 30 = 66,6 \text{ [m}^3/\text{h]}$



**Bilanzraum Papierfabrik**  
mobiles Durchflussmessgerät

Messstelle	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temperatur [°C]	Schallgeschwindigkeit [m/s]	Aussendurchmesser [mm]	Wandstärke [mm]
2. Messung						
3.1*	66,6	1.598,4	20,0	1.487,0	133,8	1,9
3.2	72,0	1.728,0	20,0	1.490,0	204,0	2,0
3.3	58,3	1.399,2	20,0	1.485,0	204,0	2,0
3.4	36,0	864,0	20,0	1.486,0	153,8	1,9
3.5	56,0	1.344,0	20,0	1.492,0	153,6	1,8
3.6	11,0	264,0	20,0	1.490,0	103,8	1,9

\* Dieser Messstelle zeichnete sich durch extreme Diskontinuität aus. Jedoch konnte nach 30 minütiger Dauermessung folgender Trend abgelesen werden:

7,5 min 110 m³/h  
 7,5 min 100 m³/h  
 9 min 2,4 m³/h  
 2 min 2 m³/h  
 4 min 90 m³/h

Mittelwert:  $(7,5 \cdot 110 + 7,5 \cdot 100 + 9 \cdot 2,4 + 2 \cdot 20 + 4 \cdot 90) / 30 = 66,6 \text{ [m}^3/\text{h]}$



**Bilanzraum Papierfabrik**  
mobiles Durchflussmessgerät

Messstelle	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temperatur [°C]	Schallgeschwindigkeit [m/s]	Aussendurchmesser [mm]	Wandstärke [mm]
3. Messung						
3.1*	66,6	1.598,4	20,0	1.490,0	133,8	1,9
3.2	72,0	1.728,0	20,0	1.490,0	204,0	2,0
3.3	58,5	1.404,0	20,0	1.492,0	204,0	2,0
3.4	35,3	847,2	20,0	1.486,0	153,8	1,9
3.5	57,0	1.368,0	20,0	1.487,0	153,6	1,8
3.6	11,0	264,0	20,0	1.490,0	103,8	1,9

\* Dieser Messstelle zeichnete sich durch extreme Diskontinuität aus. Jedoch konnte nach 30 minütiger Dauermessung folgender Trend abgelesen werden:

- 7,5 min 110 m³/h
- 7,5 min 100 m³/h
- 9 min 2,4 m³/h
- 2 min 2 m³/h
- 4 min 90 m³/h

Mittelwert:  $(7,5 \cdot 110 + 7,5 \cdot 100 + 9 \cdot 2,4 + 2 \cdot 20 + 4 \cdot 90) / 30 = 66,6 \text{ [m}^3/\text{h]}$





### Bilanzraum BARA

mobiles Durchflussmessgerät

Messstelle	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temperatur [°C]	Schallgeschwindigkeit [m/s]	Aussendurchmesser [mm]	Wandstärke [mm]
1. Messung						
4.1*	-	-	-	-	-	-
4.2*	-	-	-	-	-	-
4.3	15,7	376,8	25	1498	104,0	2,0
4.4	80,7	1936,8	30	1509	153,2	1,6
4.5	4,8	115,2	55	1549	103,0	1,5
4.6**	22,5	540,0	25	1496	154,0	2,0
4.7**	22,5	540,0	25	1496	154,0	2,0

\* Die Messstellen 4.1 und 4.2 konnten nicht erfasst werden, da die Rohrleitungen einen zu großen Durchmesser (>400 mm) hatten.

\*\* Aufgrund halb gefüllter Rohre konnte auch hier keine Messung durchgeführt werden, und es wurden daher Erfahrungswerte eingesetzt.



### Bilanzraum BARA

mobiles Durchflussmessgerät

Messstelle	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temperatur [°C]	Schallgeschwindigkeit [m/s]	Aussendurchmesser [mm]	Wandstärke [mm]
2. Messung						
4.1*	-	-	-	-	-	-
4.2*	-	-	-	-	-	-
4.3	16,5	396,0	25	1498	104,0	2,0
4.4	82,0	1968,0	30	1509	153,2	1,6
4.5	4,9	117,6	55	1549	103,0	1,5
4.6**	22,5	540,0	25	1496	154,0	2,0
4.7**	22,5	540,0	25	1496	154,0	2,0

\* Die Messstellen 4.1 und 4.2 konnten nicht erfasst werden, da die Rohrleitungen einen zu großen Durchmesser (>400 mm) hatten.

\*\* Aufgrund halb gefüllter Rohre konnte auch hier keine Messung durchgeführt werden, und es wurden daher Erfahrungswerte eingesetzt.



### Bilanzraum BARA

mobiles Durchflussmessgerät

Messstelle	Menge [m³/h]	Menge [m³/d]	Temperatur [°C]	Schallgeschwindigkeit [m/s]	Aussendurchmesser [mm]	Wandstärke [mm]
3. Messung						
4.1*	-	-	-	-	-	-
4.2*	-	-	-	-	-	-
4.3	15,5	372,0	25	1498	104,0	2,0
4.4	81,2	1948,8	30	1509	153,2	1,6
4.5	4,8	115,2	55	1549	103,0	1,5
4.6**	22,5	540,0	25	1496	154,0	2,0
4.7**	22,5	540,0	25	1496	154,0	2,0

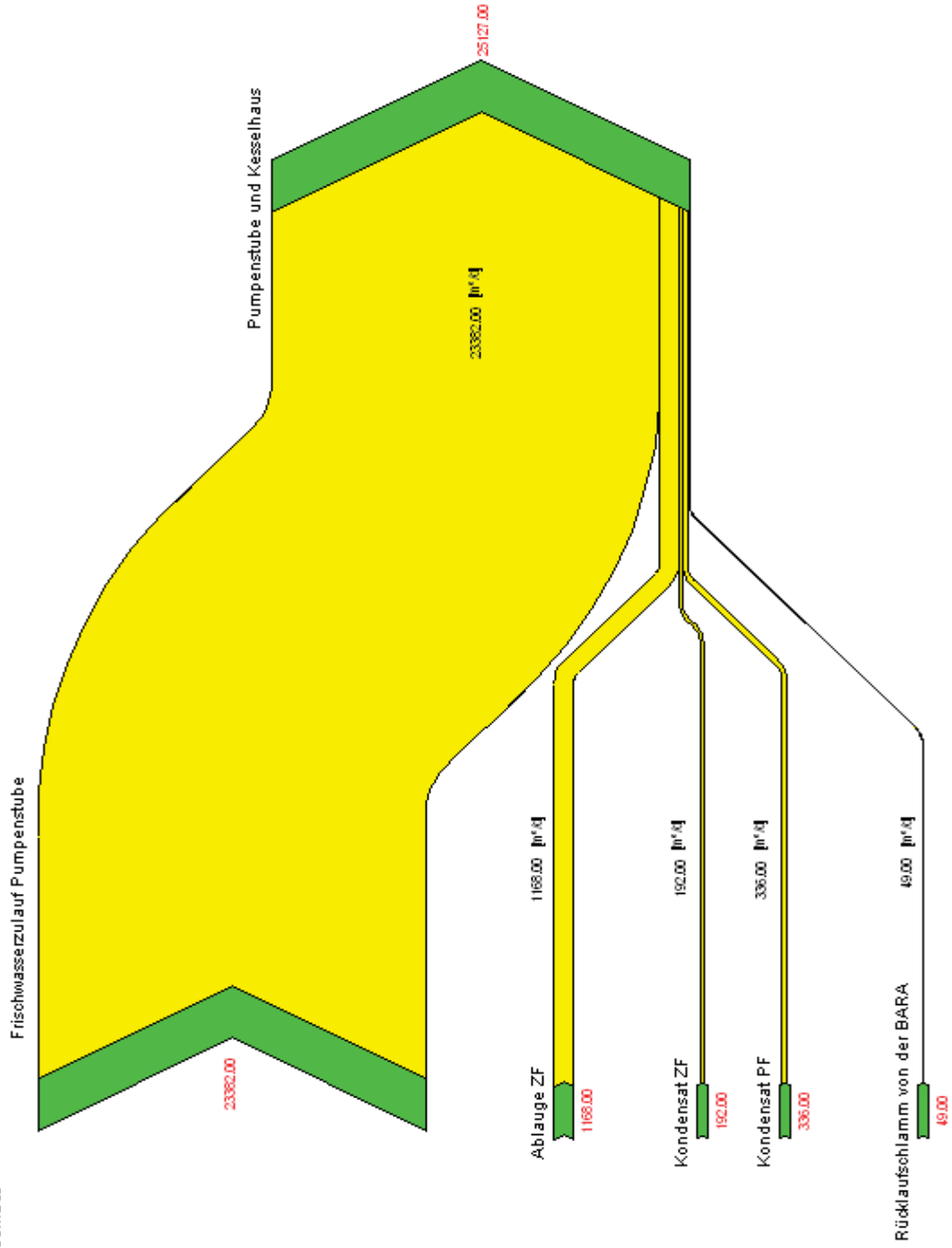
\* Die Messstellen 4.1 und 4.2 konnten nicht erfasst werden, da die Rohrleitungen einen zu großen Durchmesser (>400 mm) hatten.

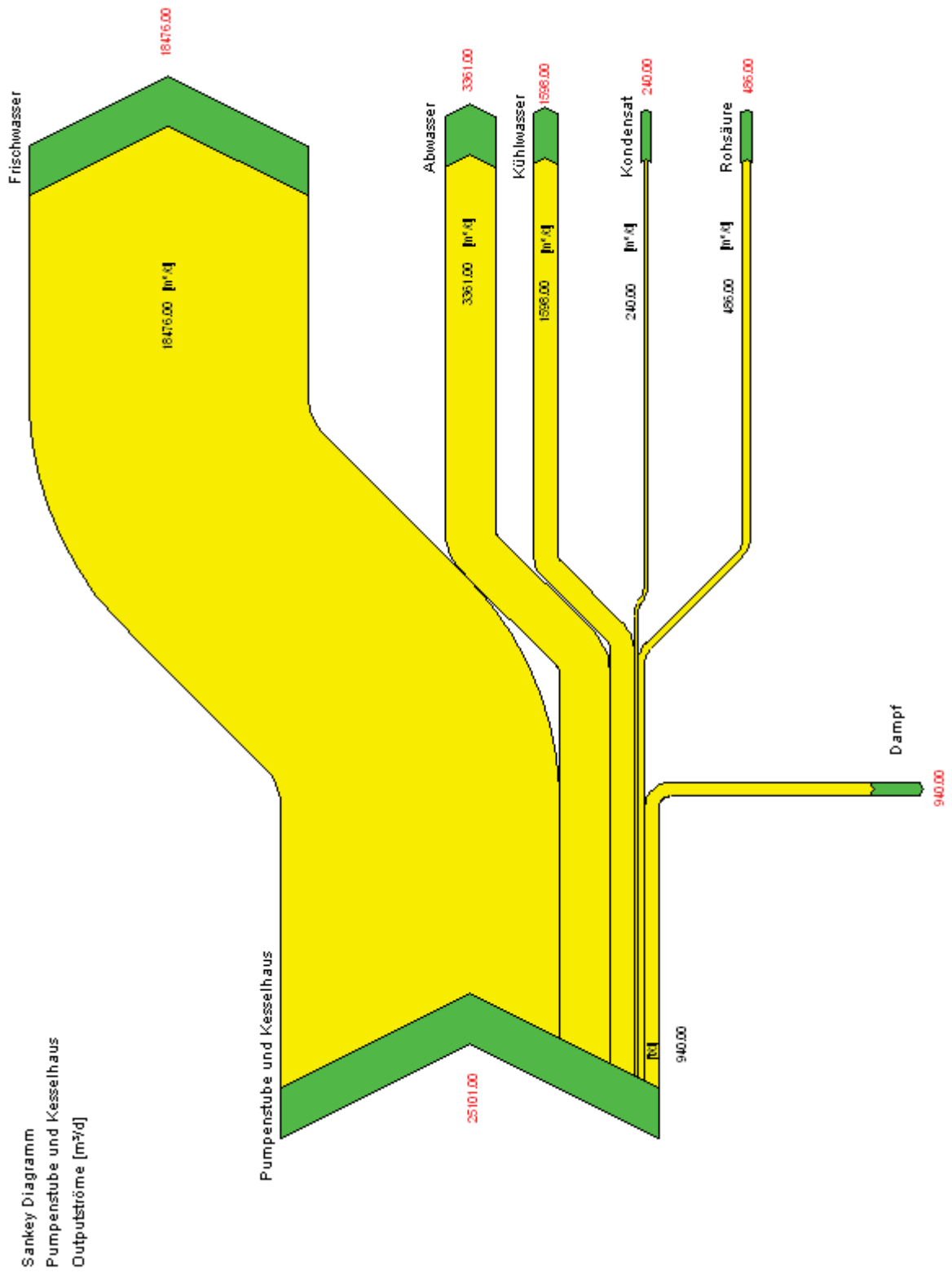
\*\* Aufgrund halb gefüllter Rohre konnte auch hier keine Messung durchgeführt werden, und es wurden daher Erfahrungswerte eingesetzt.



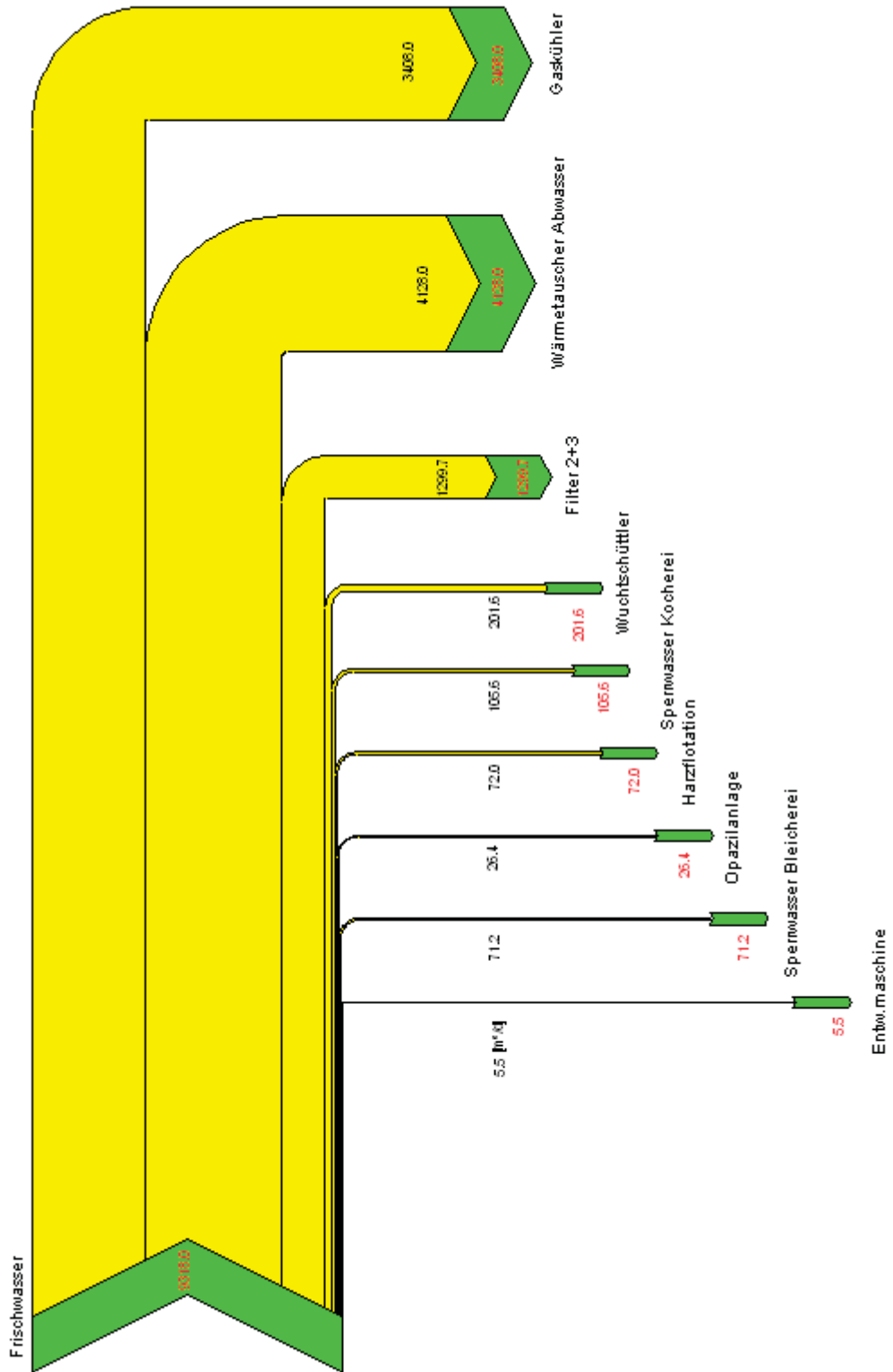


Sankey Diagramm  
Pumpenstube und Kesselhaus  
Inputströme [m³/d]

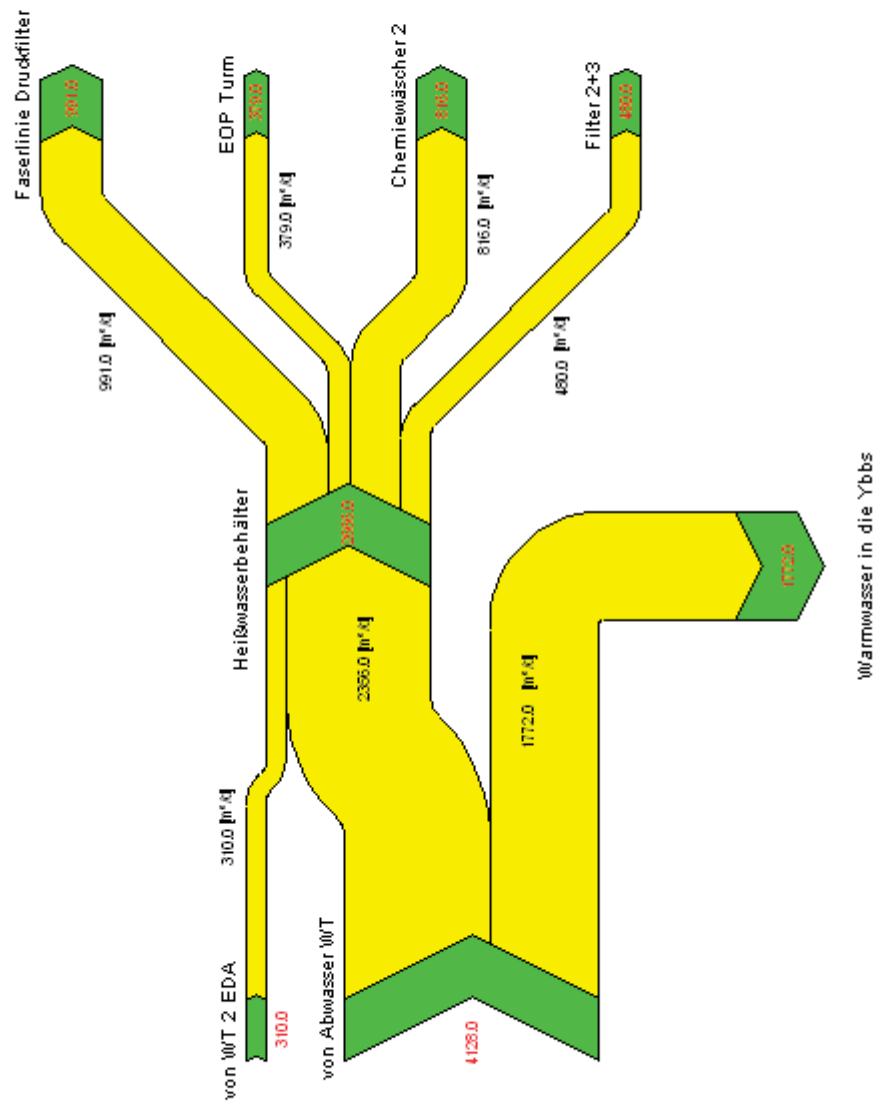




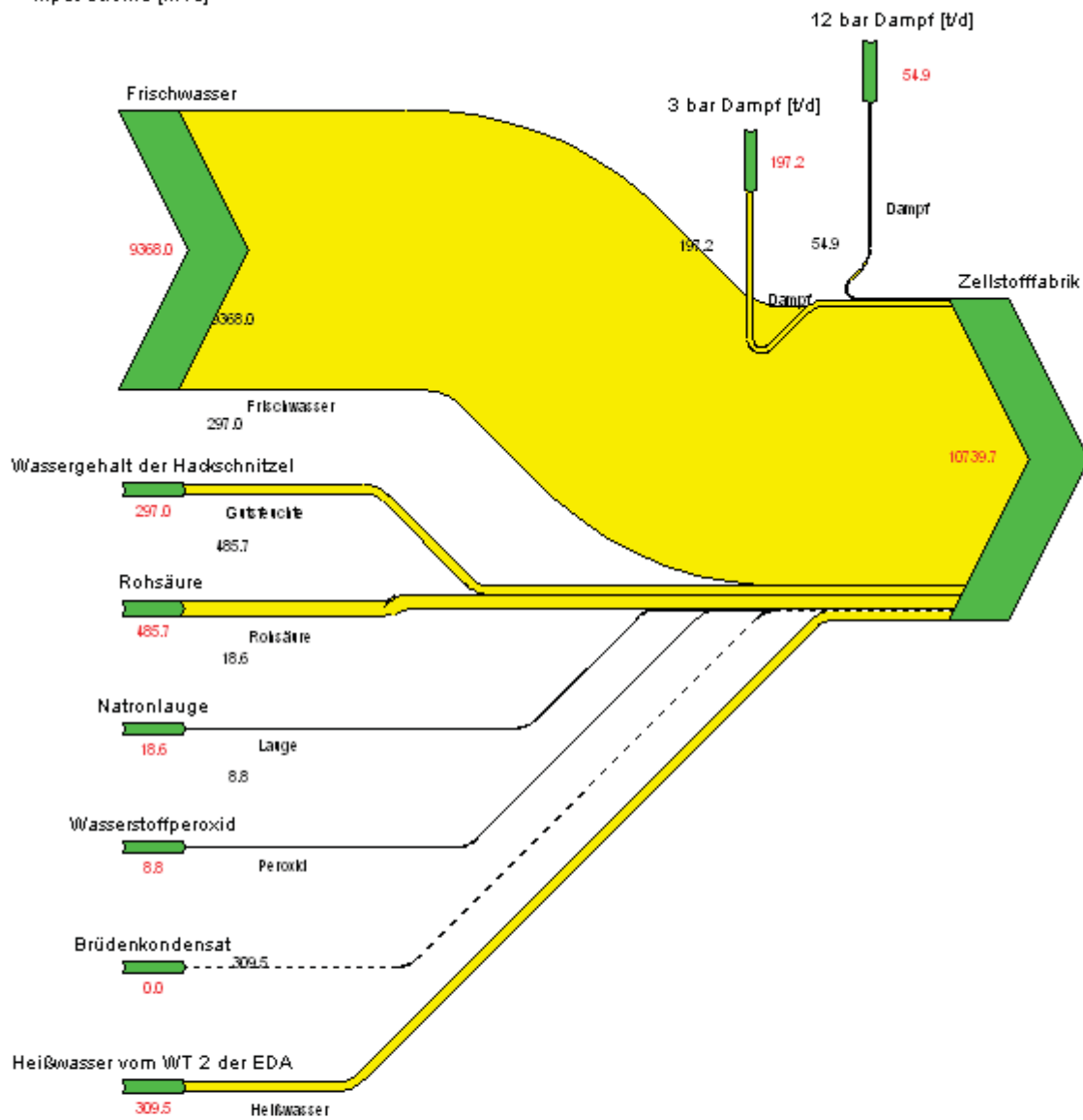
Sankey Diagramm 1  
 Zellstofffabrik  
 Frischwasserzulauf [m³/d]



Sankey Diagramm 2  
Zellstofffabrik  
Heißwasserbehälter [m³/d]

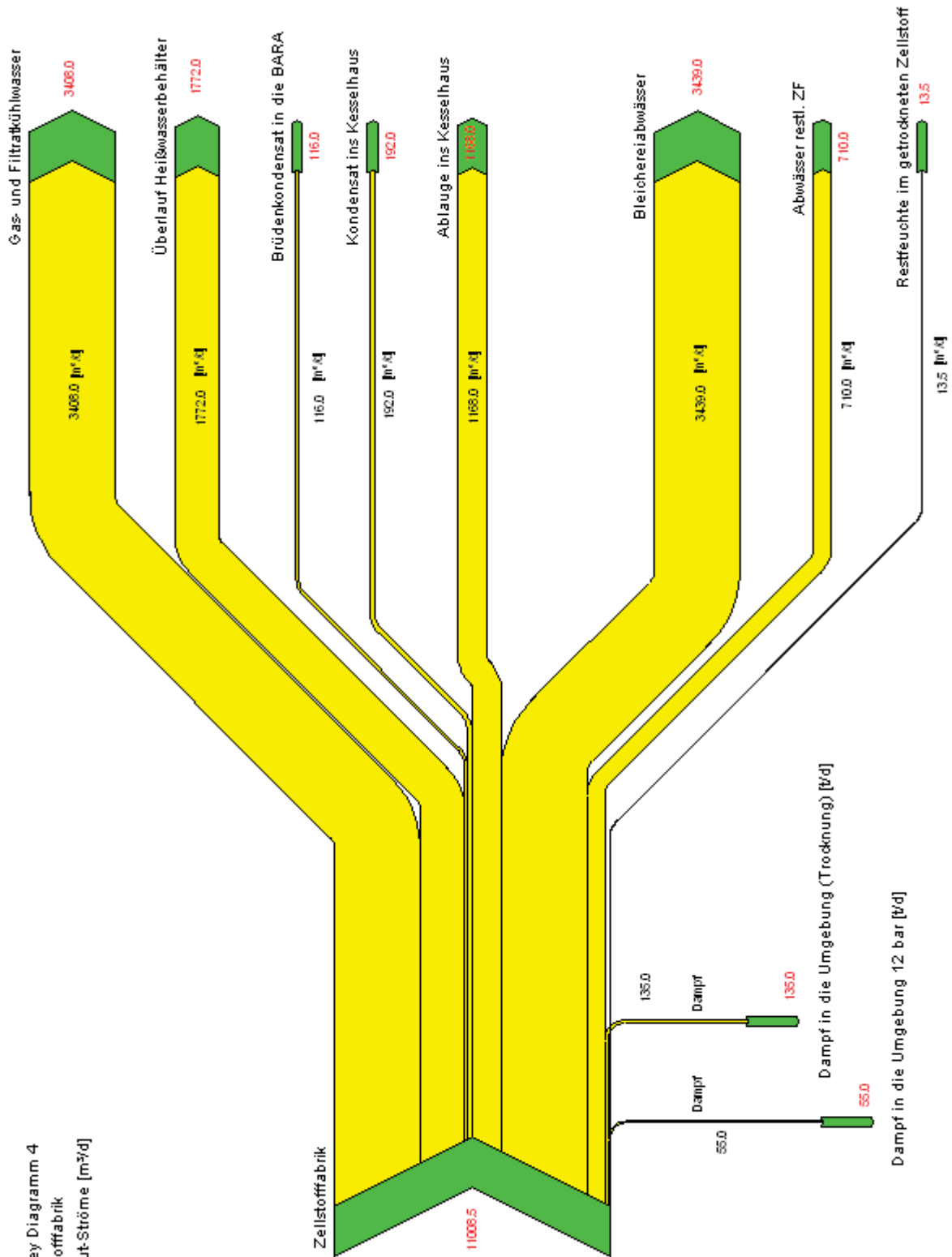


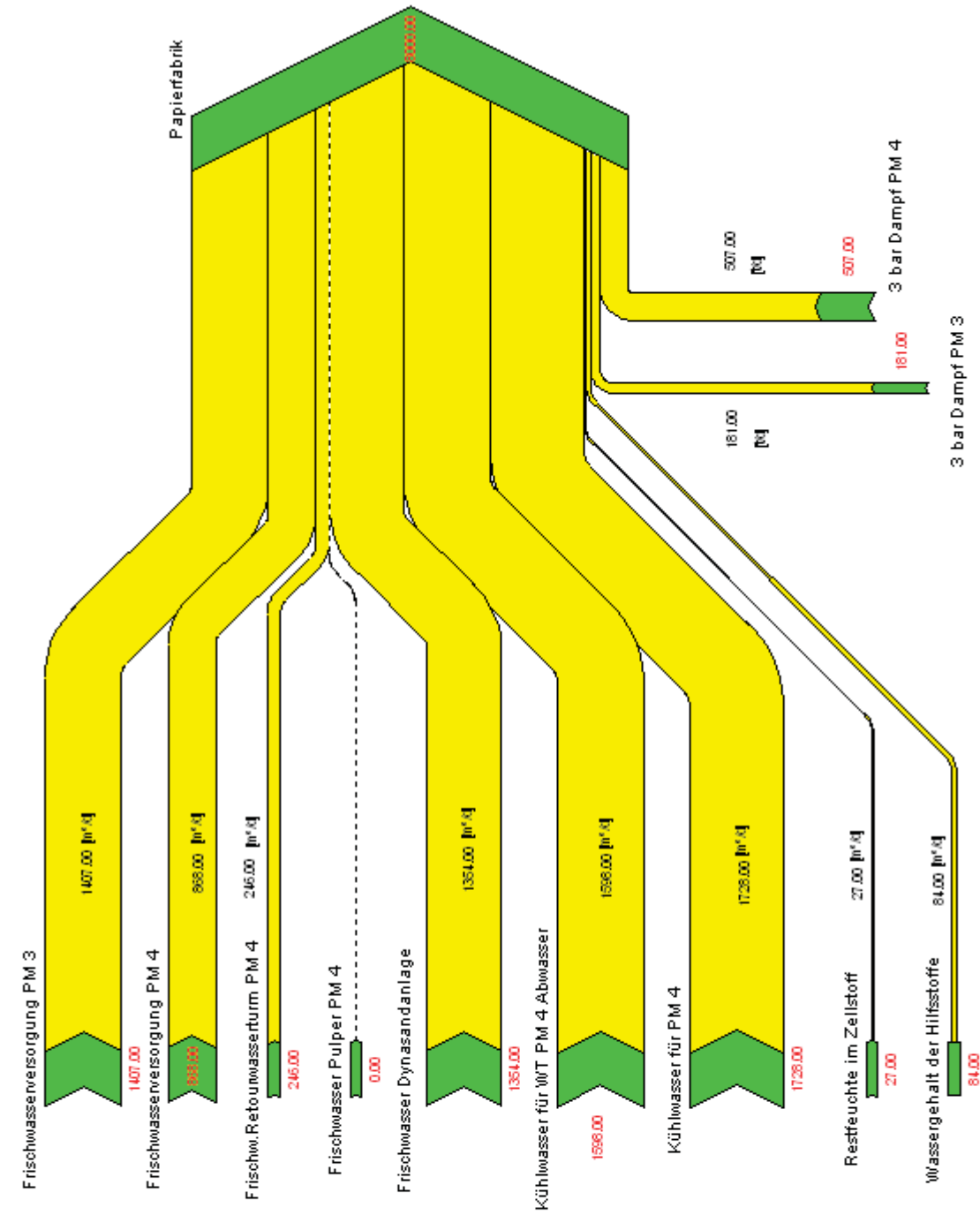
Sankey Diagramm 3  
Zellstofffabrik  
Input-Ströme [m<sup>3</sup>/d]





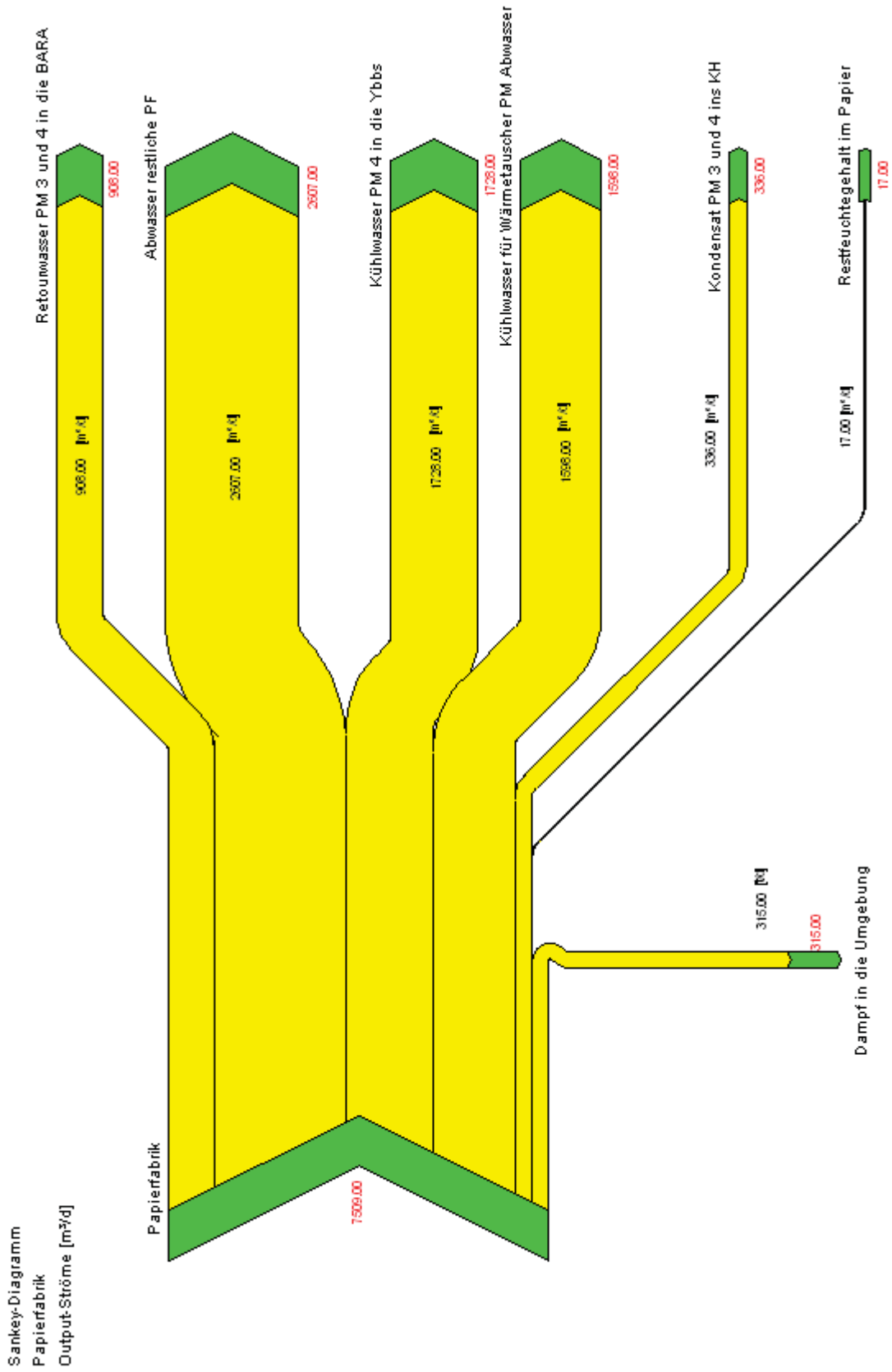
Sankey Diagramm 4  
Zellstofffabrik  
Output-Ströme [m³/d]





Sankey Diagramm  
Papierfabrik  
Input-Ströme [m³/d]

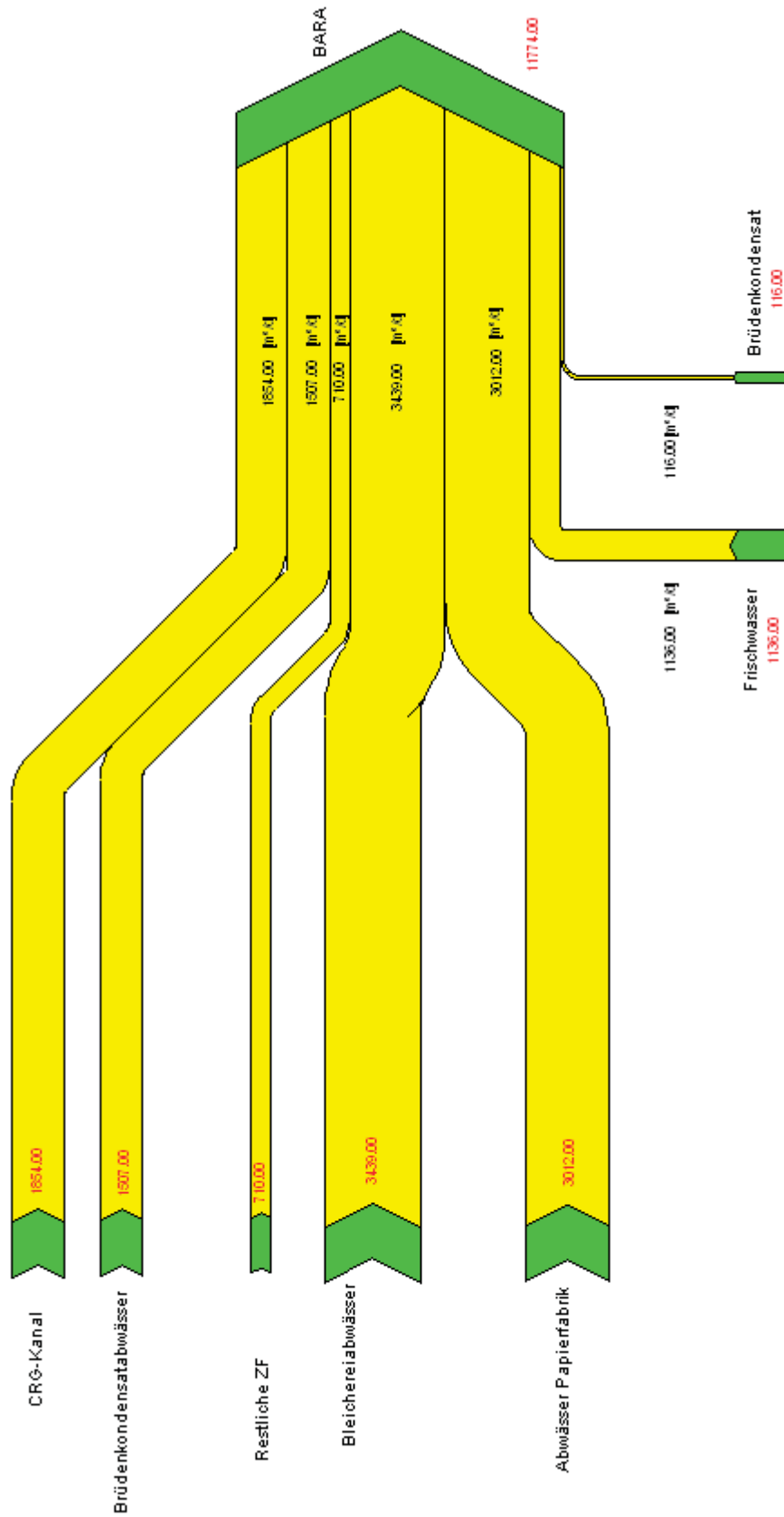


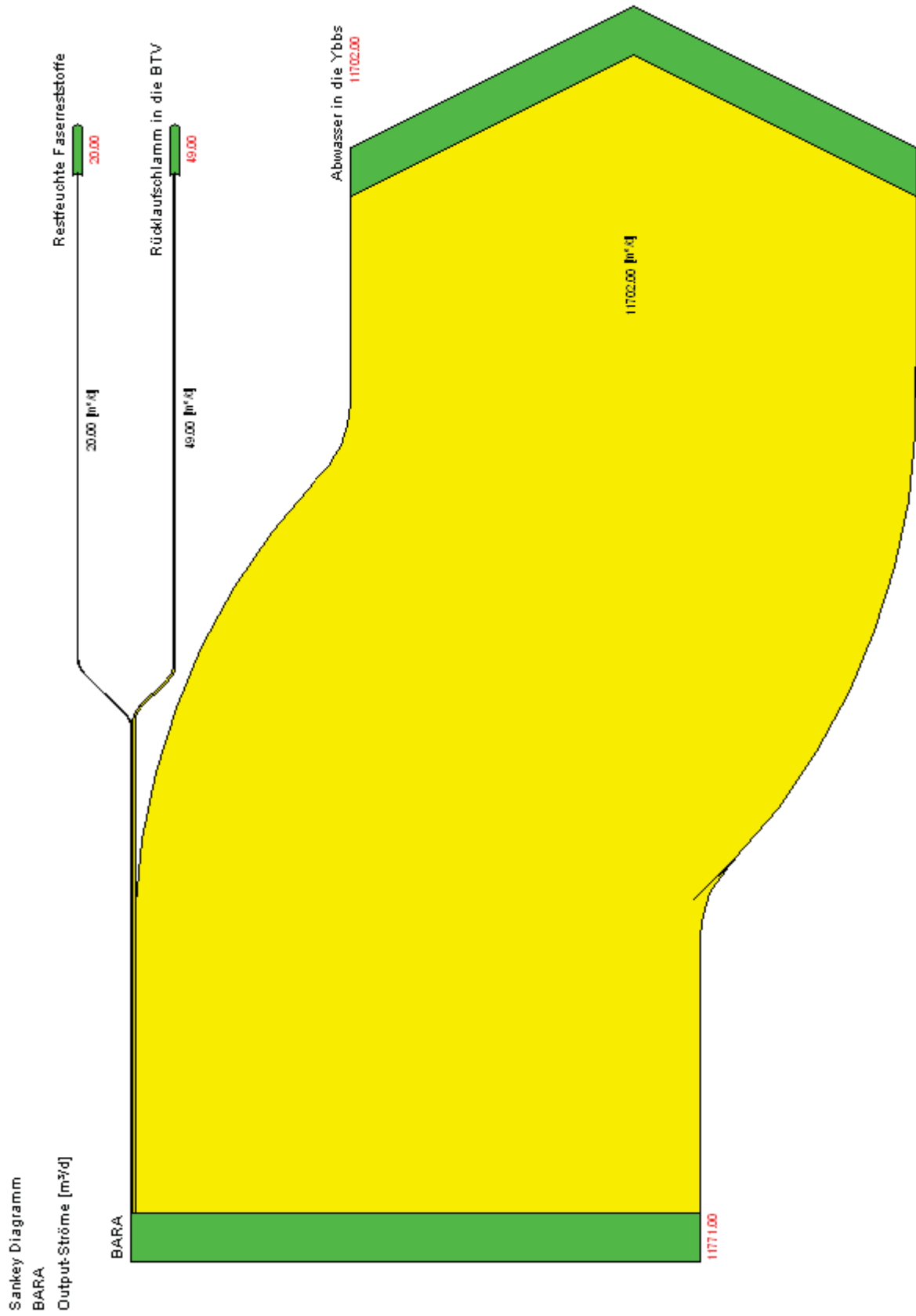




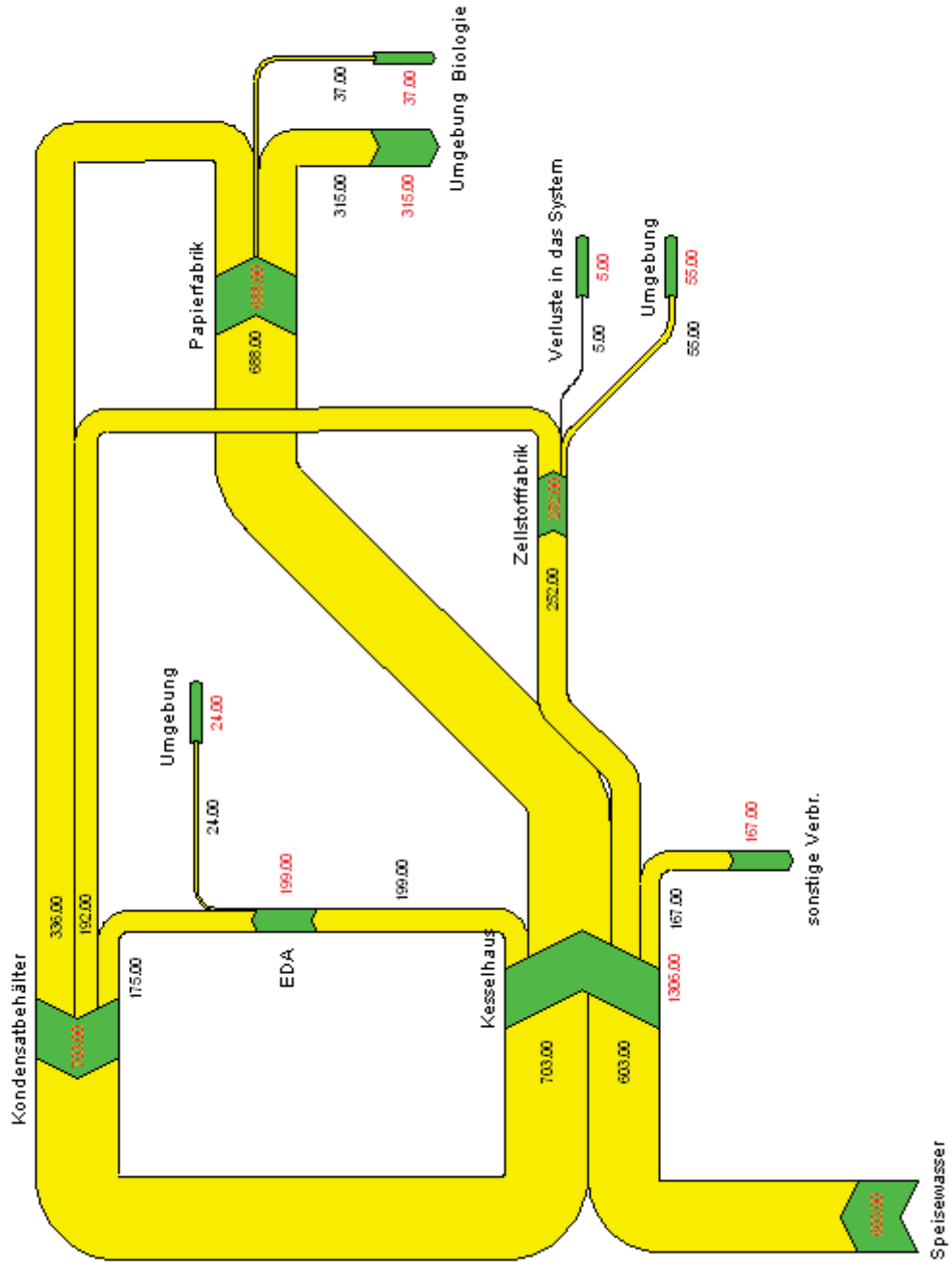


Sankey Diagramm  
BARA  
Input-Ströme [m<sup>3</sup>/d]



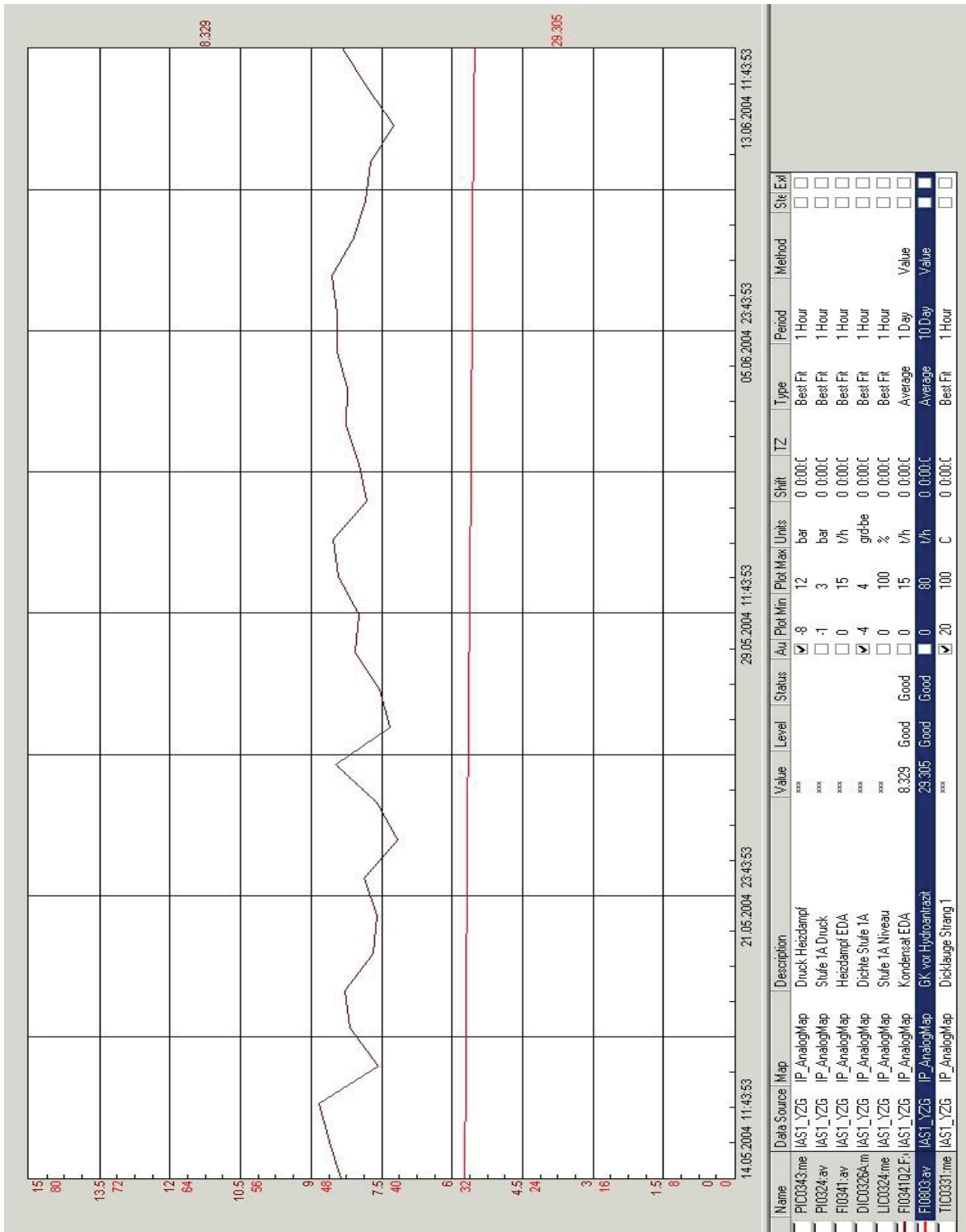


Sankey Diagramm  
Kernaten  
Kondensatkreislauf [t/d]

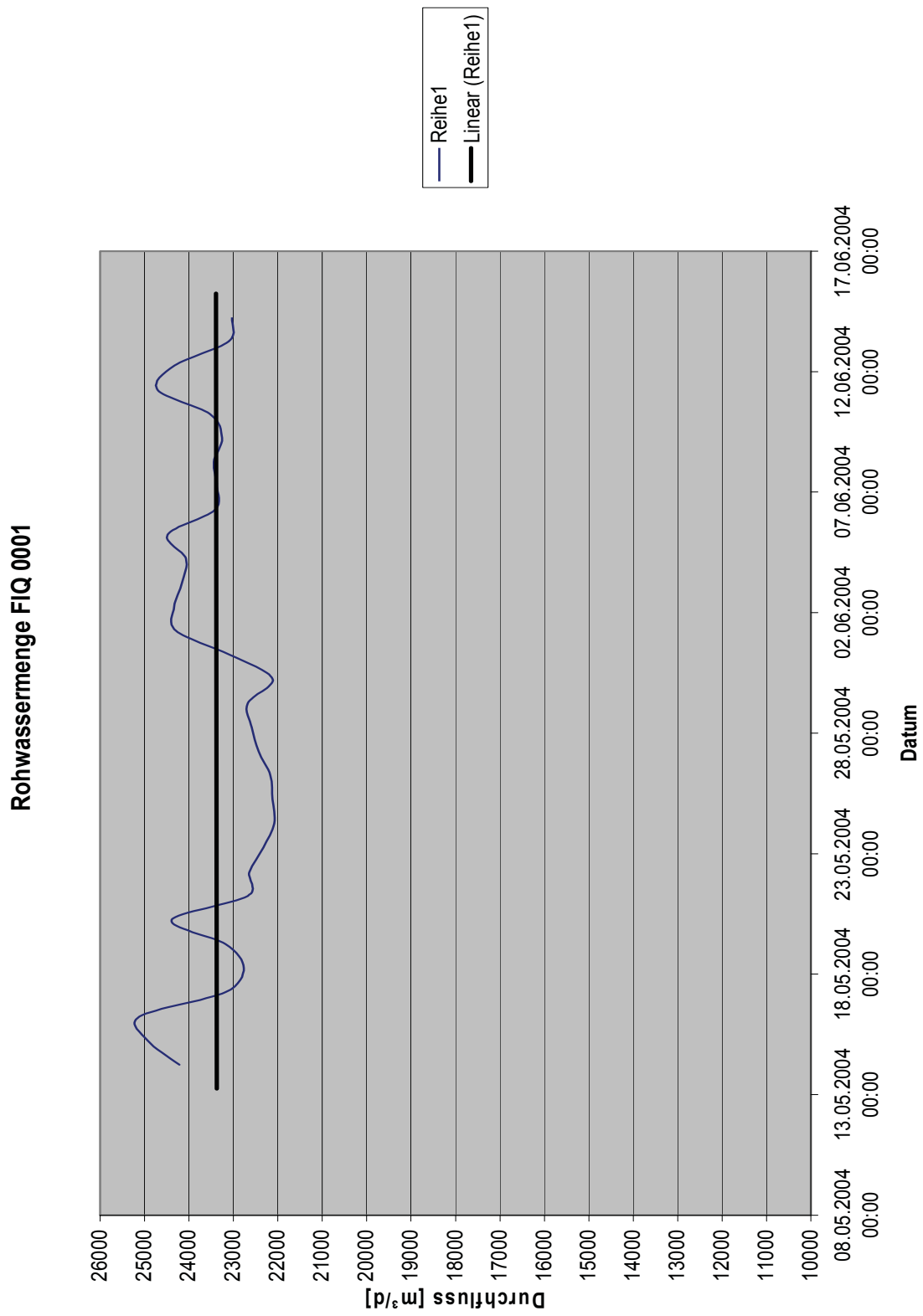


# Anhang IV Trendkurven diverser IDM`s

Trendkurve Kondensatgesamtmenge und Eintrag in die Eindampfanlage



Trendkurve Rohwassermenge IDM FIQ 0001 [m³/d]



## Anhang V Flow sheet

