

**Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit**



**Umweltbundesamt**



**Bundesamt für technologische  
Aufsicht**

**“Technologietransfer zur Verbesserung  
der Anlagensicherheit und des Umweltschutzes  
in der russischen Zellulose- und Papierindustrie ”**

**FKZ 380 01 029**

**Abschlussbericht**

**2004**



**Russisches Zentrum  
für Chlorsicherheit**



**Berichtskennblatt (deutsch)**

Berichtsnummer		
1.	2.	3.
4. Titel des Berichts: Abschlussbericht zum deutsch-russischen Kooperationsvorhaben „Technologietransfer zur Verbesserung der Anlagensicherheit und des Umweltschutzes in der russischen Zellulose – und Papierindustrie“ FKZ 380 01 029		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n)		8. Abschlussdatum
Dr. D. Sojref, Dipl.-Ing. G. Graumann, Dr. T. Usowa, Dr. B. Jagud		05.2004
		9. Veröffentlichungsdatum
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) WTTC - Werkstoffe und Technologien, Transfer und Consulting Rudower Chaussee 29 (OWZ) 12489 Berlin		10. UFOPLAN - Nr.
		11. Seitenzahl
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Seeckstr. 6-10, 14191 Berlin		12. Literaturangaben
		13. Tabellen und Diagramme 7
		14. Abbildungen 7
15. Zusätzliche Angaben		
16. Kurzfassung: Hauptziel des Projektes war die Demonstration der Möglichkeiten technologischer Modernisierung russischer Zellstoffproduktionsanlagen unter Berücksichtigung der in Deutschland und in anderen Ländern der Europäischen Union gesammelten Erfahrungen am Beispiel von Pilotunternehmen. Als Pilotregion zur Realisierung des Projektes wurde das Gebiet Kaliningrad ausgewählt. Hauptergebnisse des Projektes: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Vertreter der russischen Unternehmen und Behörden wurden über die Rahmenbedingungen und Erfahrungen der Modernisierung der Zelluloseproduktionen in Deutschland informiert.</li> <li>– Es wurde eine Ist-Stand-Analyse von drei Zelluloseproduktionen des Gebietes Kaliningrad der Russischen Föderation durchgeführt.</li> <li>– Die erarbeiteten modellhaften Modernisierungskonzepte für zwei Pilotunternehmen - Nemanskij ZBK und Sowjeskij ZBS - wurden als Grundlage für die Realisierung der Modernisierung von Zellstoffproduktionsbereichen in russischen Unternehmen empfohlen.</li> <li>– Die im Rahmen des russisch-deutschen Kooperationsprojektes unter Berücksichtigung der Besonderheiten der Zelluloseproduktion ergänzten „Check - Listen für die Untersuchung und Beurteilung des Zustandes von Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen und Zubereitungen in der Zellulose- und Papierindustrie“ wurden von der Arbeitsgruppe der UN/ECE zur Anwendung in den Ländern empfohlen, die sich der Internationalen Konvention zur Verhinderung und Begrenzung grenzüberschreitender Auswirkungen von Industrieunfällen angeschlossen haben.</li> </ul>		
17. Schlagwörter: Zellstoffproduktion, Ist-Stand-Analyse, Modernisierung, Check-Listen: wassergefährdende Stoffe, Cleaner Production, deutsch-russische Kooperation.		
18. Preis	19.	20.

UBA-F+E-Berichtskennblatt

**Berichtskennblatt (englisch) / Report information sheet**

1. Report No.	2.	3.
4. Report Title: Final Report on the German-Russian Co-operation Project: "Technology Transfer for the Improvement of Plant Security and Environmental Protection in the Russian Pulp and Paper Industry" FKZ 380 01 029		
5. Author(s), Family Name(s), First Name(s)  Dr. D. Sojref, Dipl.-Ing. G. Graumann, Dr. T. Usowa, Dr. B. Jagud		8. Report Date 05.2004
		9. Publication Date 10-2004
6. Performing Organisation (Name, Adress)  WTTC - Werkstoffe und Technologien, Transfer und Consulting Rudower Chaussee 29 (OWZ) 12489 Berlin		10. UFOPLAN – Ref.No.
		11. No. of pages
7. Sponsoring Agency (Name, Adress)  Umweltbundesamt, Seeckstr. 6-10, 14191 Berlin		12. No. of References
		13. No. of tables, Diagrams 7
		14. No. of Figures 7
15. Supplementary Notes		
16. Summary: The primary goal of the Project was to explore the possibilities for technological modernizing Russian pulp production facilities by applying the experiences of Germany and other countries of the EU to the pilot companies. The region of Kaliningrad was chosen as the pilot region for the implementation of the project. Primary Findings of Project: <ul style="list-style-type: none"> <li>– The representatives of the Russian companies and government authorities were informed about the requirements of and lessons learned in the process of modernizing cellulose production installations in Germany.</li> <li>– A present state analysis was conducted on three cellulose production installations in the region of Kaliningrad in the Russian Federation.</li> <li>– The exemplary modernization concepts developed for two pilots - Nemanskij ZBK und Sowjeskij ZBS – were recommended as the basis for carrying-out modernization in the cellulose production facilities of the Russian companies.</li> <li>– The „Checklists for the Examination and Assessment of the Handling in Plants Utilizing Water Compromising Substances and Preparations“ extended for the implementation in pulp industry, which were amended during the Russian-German co-project to accommodate the special requirements of cellulose production, were recommended by the UN/ECE working group for implementation in countries that have agreed to the terms of the International Convention to Prevent and Limit Transboundary Effects of Industrial Accidents.</li> </ul>		
17. Key words: pulp production, present state analysis, modernizing, check – lists: water hazardous substances, Cleaner Production, German – Russian co-operation.		
18. Price	19.	20.

UBA-F+E-Berichtskennblatt

**Berichtskennblatt (russisch)**

Номер отчета 1.	2.	3.
4. Название отчета: заключительный отчет российско–германского кооперационного проекта «Трансфер технологий с целью повышения уровня промышленной и экологической безопасности предприятий российской целлюлозно–бумажной промышленности»		
5. Автор(ы), фамилия, имя  Д. Соиреф, Г. Грауманн, Т. Усова, Б. Ягуд		8. Дата завершения 05.2004
		9. Дата публикации 10.2004
6. Исполнитель (название, адрес) WTTC - Werkstoffe und Technologien, Transfer und Consulting Rudower Chaussee 29 (OWZ) 12489 Berlin		10. UFOPLAN - Nr.
		11. Страниц
7. Заказчик (название, адрес) Федеральное ведомство охраны окружающей среды, Bismarkplatz 1, 14193 Berlin		12. Литературных ссылок
		13. Таблиц и диаграмм 7
		14. Рисунков 7
15. Доподнительных данные		
16. Краткое содержание: Основной целью проекта являлась демонстрация возможностей технологической модернизации российских предприятий с учетом накопленного в ФРГ и в других странах Европейского Союза опыта на примере пилотных предприятий. В качестве пилотного региона была выбрана Калининградская область. Основные результаты проекта: – Представители российских предприятий и ведомств были ознакомлены с рамочными условиями и опытом модернизации целлюлозных производств в Германии. – Был проведен анализ состояния трех целлюлозных производств Калининградской области Российской Федерации. – Разработанные модельные концепции модернизации двух пилотных предприятий Неманского ЦБК и Советского ЦБЗ были рекомендованы в качестве основы реализации модернизации производственных участков производства целлюлозы на российских предприятиях. – Дополненные с учетом специфики целлюлозного производства в рамках российско-германского кооперационного проекта Чек-листы были рекомендованы для применения рабочей группой Комиссии по сотрудничеству в Европе ООН в странах, присоединившихся к Международной конвенции по предупреждению и ограничению трансграничного воздействия промышленных аварий.		
17. Ключевые слова: производств целлюлозы, анализ исходной ситуации, модернизация, чек-листы: вещества, вредные для водных ресурсов, чистое производство, российско-немецкое сотрудничество		
18. Цена	19.	20.

UBA-F+E-Berichtskennblatt

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Einführung</b>	7
<b>1 Ziele, Arbeitsplan und wichtigste Ergebnisse des Vorhabens</b>	9
<b>2 Präsentation von Erfahrungen bei der Modernisierung von Zellstoffproduktionsanlagen in Deutschland</b>	11
2.1 Zellstoff- und Papierfabrik Rosenthal	12
2.2 M-real Stockstadt	14
2.3 SCA Hygiene Products Mannheim	16
2.4 Beratung im BMU	18
2.5 Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg/Universität Hamburg	19
2.6 Informationsschwerpunkte	20
<b>3 Durchführung der Ist-Stand Analyse in den Zellulosebetrieben des Kaliningrader Gebietes der Russischen Föderation</b>	21
3.1 Zellstoffproduktionsanlagen des Betriebes "NEMANSKIJ ZBK" (Neman)	22
3.2 Zellstoffproduktionsanlagen des Betriebes "SOWJETSKIJ ZBS" (Sowjetsk)	26
3.3 Zellstoffproduktionsanlagen der AG "ZEPRUSS" (Kaliningrad)	28
3.4 Analyse des Umgangs mit wassergefährdenden Stoffen und vergleichende Darstellung von ökologischen, wasserbezogenen Betriebsparametern in den Zellstoffproduktionsanlagen des Kaliningrader Gebietes	31
<b>4 Erstellung von Modernisierungskonzepten für die Pilotanlagen</b>	37
4.1 Modernisierungskonzept für die Zellstoffproduktionsanlagen des Nemansker ZBK	39
4.1.1 Wasseraufbereitung	39
4.1.2 Holzaufbereitung	40
4.1.3 Zellstoff-Kocherei	41
4.1.4 Stoffwäsche/Stoffsartierung	43
4.1.5 Zellstoffbleiche	44
4.1.6 Ablaugebehandlung und –verwertung (Eindampfanlage/Hefeanlage), Laugenregenerierung	46
4.1.7 Abwasserreinigungsanlage	48
4.1.8 Investitionsrahmenplan	54
4.1.9 Umsetzung des Modernisierungskonzeptes	57
4.2 Modernisierungskonzept für die Zellstoffproduktionsanlagen des Sowjetsker ZBS	58
4.2.1 Wasseraufbereitung	58
4.2.2 Holzaufbereitung	60
4.2.3 Kocherei	61
4.2.4 Stoffwäsche	63
4.2.5 Zellstoffbleiche	64

4.2.6 Wärmerückgewinnung	65
4.2.7 Eindampfanlage, Laugenregenerierungskessel, Chemikalienrückgewinnung	65
4.2.8 Abwasserreinigungsanlage	66
4.2.9 Maßnahmekatalog	68
<b>5 Erweiterung von Check-Listen für den anlagenbezogenen Gewässerschutz für den Einsatz in der Zellstoffindustrie</b>	<b>72</b>
5.1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung	72
5.2 Struktur und Anwendungslogarithmus der erweiterten Check-Listen	73
<b>6 Ergebnisse der Abschlussberatung</b>	<b>78</b>
<b>7 Anlagen</b>	
Check-Listen für den anlagenbezogenen Gewässerschutz für den Einsatz in der Zellstoffindustrie	

## **Einführung**

Die Zelluloseindustrie ist einer der bedeutendsten Industriezweige der Russischen Föderation. Fragen der Erhöhung der Anlagensicherheit und Reduzierung der Umweltbelastung von Zellstoffproduktionsanlagen stehen an erster Stelle auf den Prioritätenlisten der russischen Aufsichtsbehörden und Institutionen, sowie der internationalen Fach- und Nicht- Regierungsorganisationen.

Ausgehend davon, fand der Vorschlag zur Realisierung eines Kooperationsvorhabens zum Technologietransfer mit dem Ziel der Erhöhung der Anlagensicherheit und Reduzierung der Umweltbelastung in der russischen Zellstoffindustrie die Unterstützung der Leitgruppe zur Realisierung des deutsch-russischen Regierungsabkommens über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Umweltschutzes. Die Finanzierung des Vorhabens erfolgte im Rahmen des Beratungshilfeprogramms des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit für den Umweltschutz in den Staaten Mittel- und Osteuropas sowie den Neuen Unabhängigen Staaten.

Die fachliche und institutionelle Leitung des Vorhabens übernahm in Deutschland das Umweltbundesamt, in der Russischen Föderation – die Verwaltung für die Aufsicht in der chemischen und erdölverarbeitenden Industrie der obersten technischen Überwachungsbehörde - Gosgortekhnadzor.

Verantwortlich für die Projektrealisierung waren die Firma WTTC (Berlin) und das Russische Zentrum für Chlorsicherheit (Moskau).

Als Pilotregion wurde das Gebiet Kaliningrad ausgewählt, dem auf Grund seiner Lage sowohl in der Russischen Föderation als auch in der Europäischen Union eine große Bedeutung beigemessen wird. Gegenwärtig befinden sich in der Region drei Zellstoffhersteller. In ihrem jetzigen Zustand sind diese Betriebe Quelle erheblicher Umweltbelastungen, auch im grenzüberschreitenden Maßstab.

Im vorliegenden Abschlussbericht sind die wichtigsten Vorhabensergebnisse dargelegt, sowie die für die Zellstoffproduktion erarbeiteten branchenspezifischen Check-Listen für die Untersuchung von Produktionsanlagen mit wassergefährdenden Stoffen als Anlagen beigefügt.

Das Vorhaben wurde mit tatkräftiger Unterstützung zahlreicher Vertreter deutscher, russischer und internationaler Organisationen, Institutionen, Behörden, Unternehmen, darunter den Betreibern von Produktionsanlagen im Kaliningrader Gebiet, die als Pilotanlagen im Vorhaben dienten, realisiert.

## 1. Ziele, Arbeitsplan und wichtigste Ergebnisse des Vorhabens

Hauptziel des Projektes war die Demonstration der Möglichkeiten zur technologischen Modernisierung russischer Unternehmen unter Berücksichtigung der in Deutschland und in anderen Ländern der Europäischen Union gesammelten Erfahrungen am Beispiel von Pilotunternehmen.

Die Hauptetappen der Projektrealisierung, die maßgeblich in den Jahren 2002 und 2003 bearbeitet wurden, beinhalteten:

- Präsentation von Erfahrungen der Modernisierung von Zelluloseproduktionsanlagen in Deutschland
- Durchführung der Ist-Stand-Analyse bei den Unternehmen in der Pilotregion
- Erweiterung von Check-Listen für den anlagenbezogenen Gewässerschutz zur Verbesserung des Instrumentariums für die Durchführung der Ist-Stand-Analyse und Entwicklung von Modernisierungskonzepten
- Erarbeitung des Modellkonzepts zur Modernisierung am Beispiel von Pilotanlagen
- Darstellung und Präsentation der Projektergebnisse

### *Hauptergebnisse des Projektes*

- Die Vertreter der russischen Unternehmen und Behörden wurden über die Rahmenbedingungen und Erfahrungen der Modernisierung der Zelluloseproduktionen in Deutschland informiert.
- Es wurde eine Ist-Stand-Analyse von drei Zelluloseproduktionen des Gebietes Kaliningrad der Russischen Föderation durchgeführt.
- Die erarbeiteten modellhaften Modernisierungskonzepte für zwei Pilotunternehmen - Nemanskij ZBK und Sowjetskij ZBS - wurden als Grundlage für die Realisierung der Modernisierung von Zellstoffproduktionsbereichen in russischen Unternehmen empfohlen.
- Die im Rahmen des russisch-deutschen Kooperationsprojektes unter Berücksichtigung der Besonderheiten der Zelluloseproduktion ergänzten „Check - Listen für die Untersuchung und Beurteilung des Zustandes von Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen und

Zubereitungen in der Zellulose- und Papierindustrie“ wurden von der Arbeitsgruppe der UN/ECE zur Anwendung in den Ländern empfohlen, die sich der Internationalen Konvention zur Verhinderung und Begrenzung grenzüberschreitender Auswirkungen von Industrieunfällen angeschlossen haben.

Die Kurzfassungen des Endberichtes zum Vorhaben werden im Internet präsentiert: [www.wttc.de/projekte.htm](http://www.wttc.de/projekte.htm) und [www.umweltbundesamt.de/anlagen](http://www.umweltbundesamt.de/anlagen).

Ziele und Ergebnisse des Vorhabens wurden den Teilnehmern:

- des Seminars der regionalen Nord-West-Verwaltung von „Gosgortekhnadsor“: „Anlagensicherheit und technisch-ökonomische Entwicklung der Zellulose- und Papierindustrie der Nord-West-Region Russlands unter den modernen wirtschaftlichen Bedingungen“, Kondopoga (Karelien), 19.–20.3.2002 (Vertreter der Zellstoffproduzierenden Betriebe und der regionalen Verwaltungen von Gosgortekhnadsor aus den Nordwestlichen Regionen der Russischen Föderation),
- des Internationalen Wirtschaftsforums in St. Petersburg zu Problemen der Modernisierung der russischen Industrie, Juni 2002,
- der DBU – Konferenz in Kaliningrad am 11.09.2002 (mit einem durch WTTC organisierten Besuch des Nemansker Werkes durch Konferenzteilnehmer am 12.09.2002),
- der UN ECE Konferenz in Chisinàu (Rep. Moldau) am 04.-05.11.2002
- sowie während der 9 Arbeitsberatungen zum Vorhaben inkl. Abschlussberatung (St. Petersburg, 23.05.2004)

dargestellt.

## **2. Präsentation der Erfahrungen bei der Modernisierung von Anlagen zur Zellstoffproduktion in Deutschland**

Die Hauptkomponente dieser Projektetappe war eine Informationsreise von Vertretern russischer Unternehmen und Behörden nach Deutschland mit dem Ziel der Vermittlung von Erfahrungen der deutschen Zelluloseproduzenten auf dem Gebiet der Anwendung moderner Technologien und den damit verbundenen Möglichkeiten der Umweltentlastung, Erhöhung der Anlagensicherheit und Verbesserung der ökonomischen Kennziffern, sowie der Einblicknahme in die Arbeitsorganisation deutscher Behörden bei der Erarbeitung und Realisierung der Modernisierungskonzepte im Rahmen der Erteilung von Betriebsgenehmigungen und der Anlagenüberwachung.

Besondere Aufmerksamkeit galt den Rahmenbedingungen, die von der europäischen und nationalen Gesetzgebung bestimmt werden, darunter die Instrumentarien zur Umsetzung von EU-Direktiven und internationalen Konventionen (zum Beispiel die EU - Direktiven IPPC, SEVESO II, der Konvention zur Begrenzung grenzüberschreitender Auswirkungen von Industrieunfällen usw.). Im Zentrum der Präsentation stand das BREF für die Zellstoff- und Papierindustrie (Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry), welches entsprechend der Vorgaben der IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) Richtlinie entwickelt wurde, sowie seine praktische Anwendung in der Arbeit der Unternehmen, sowie der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden.

Den Teilnehmern der Reise wurden «Check - Listen für die Untersuchung und Beurteilung des Zustandes von Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen und Zubereitungen» vorgestellt, die entsprechend den Empfehlungen der Internationalen Kommissionen zum Schutz der Flüsse Rhein, Donau und Elbe im Rahmen von Projekten unter Leitung des Umweltbundesamtes Deutschlands entwickelt wurden.

Während der Informationsreise wurden folgende Betriebe, Einrichtungen und Behörden besucht: Zellstoff- und Papierfabrik Rosenthal GmbH & Co. KG, M-real Stockstadt GmbH, SCA Hygiene Products GmbH Mannheim, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg/Universität Hamburg.

Zum Abschluss der Reise wurde eine ausführliche Beratung im Bundesumweltministerium durchgeführt, auf der neben der Erörterung weiterer Etappen der Projektrealisierung, die Präsentation einer Reihe deutscher Firmen, die innovative technologische Lösungen anbieten, stattfand.

An der Informationsreise haben folgende Vertreter aus der Russischen Föderation teilgenommen:

- Herr Schatalow, Gosgortekhnadsor der RF (Moskau)
- Herr Roman, Verwaltung des Nord-West-Bezirks von Gosgortekhnadsor Russlands (St. Petersburg),
- Herr Kudrjanzew, „Nemansker ZBK“ Ltd. (Neman)
- Herr Besnosow, AG „Zepruss“ (Kaliningrad),
- Frau Usowa, Russisches Zentrum „Chlorsicherheit“ (Moskau)
- Herr Jagud, Russisches Zentrum „Chlorsicherheit“ (Moskau).

Die Informationsreise wurde im Zeitraum vom 22.04.2002 bis 28.04.2002 durchgeführt.

Nachfolgend werden die Schwerpunkte der Schulungsreise detailliert dargestellt.

## 2.1 Zellstoff- und Papierfabrik Rosenthal

Im Werk werden aus Fichte/Kiefer (Hackschnitzel/Rundholz) Kraftzellstoffe nach dem Sulfatverfahren mit folgender Qualität hergestellt:

- 70 % ECF (Weißgrad 88 % ISO-Chlordioxid), für die Herstellung von Chlordioxid wird Chlorat verwendet (HPA – Verfahren),
- 30 % TCF (Weißgrad 86 % ISO-chlorfrei).

Die Jahreskapazität beträgt 280.000 t, in der Zellstofferzeugung sind 420 Mitarbeiter beschäftigt (Gesamtzahl der Beschäftigten 500).

Die Modernisierungsarbeiten nahmen 18 Monate in Anspruch, Stillstand der Fabrik für den Umbau von sieben Monaten inbegriffen.

Die Gesamtinvestitionen betragen 300 Mio. Euro, 30 % davon sind direkte Umweltinvestitionen. Ein entscheidender Posten bei der Bereitstellung von Investitionsmitteln war staatliche Förderung.

Bei der Erstellung des Modernisierungskonzeptes galt der Abwasserqualität besonderes Augenmerk, da sich das Werk am Fluss Saale befindet (Zulauf zur Bleilochtalesperre). Für die Einhaltung der vorgegebenen Abwasserwerte (Rohabwasser 25.000 m<sup>3</sup>/d – Erlaubniswert, Zielwert eines Stufenplanes 14,5 t/d CSB) war die Errichtung einer entsprechenden mechanisch-biologischen Abwasserreinigungsanlage (2-stufig/Luftsauerstoff) notwendig.

Da in den russischen Zellstoffwerken in der Regel Elementarchlor in der Bleicherei eingesetzt wird, war die Darstellung von Sicherheitsvorkehrungen im Umgang mit Chlorgas im Betrieb relevant.

Infolge des angewendeten Sulfat-Verfahrens war für die Reduzierung des negativen Einflusses auf die Umwelt die Auslegung des Geruchsgasbehandlungssystems von besonderem Interesse:

- Starkgas-SO<sub>2</sub>-Behandlung (EDA/Kocher) Verbrennung mit Methanol und Erdgas/3-stufige Waschanlage mit Natronlauge
- Schwachgas (Behälter/Gebäude) wird dem LRK als Verbrennungsluft zugeführt

Von besonderem Interesse für die russischen Experten war die detaillierte Darstellung des Genehmigungsverfahrens und der dazugehörigen iterativen Schritte: Vorplanung, Prüfung der Genehmigungsfähigkeit des Projektes durch die Behörden, Entscheidungstermin durch Management (Scoping), Einreichung der Unterlagen einschl. des UVP, Eröffnung des Verfahrens durch die Behörde, öffentliche Auslegung der Unterlagen (Bewertung/Einsicht der Anwohner – Umweltorganisation, Berücksichtigung der Einwendungsfrist), Entscheidung des Managements über Anträge für Teilgenehmigungen, Erteilung der Betriebsgenehmigung.

Für das Modernisierungskonzept des Rosenthaler Werkes benötigte man 31 Monate vom Scoping-Termin bis zur Erteilung der Betriebsgenehmigung im Sternverfahren (Stellungnahmen von 25 Behörden). Es wurden die Merkmale des „Stern“-Verfahrens erläutert, da gegenwärtig in der Russischen Föderation, wie auch in anderen GUS-Staaten, die investitionshemmende Praxis von getrennten und oft schlecht untereinander abgestimmten Genehmigungen verschiedener Behörden angewendet wird. Am Beispiel des realisierten Genehmigungsverfahrens waren die Vorteile des „Stern“-Verfahrens sowohl für den Betreiber als auch für die Behörden offensichtlich.

Die Kosten für die Erstellung der Dokumentation für die Genehmigung betragen 3,5 Mio. Euro, Kosten des Genehmigungsverfahrens lagen bei ca. 1 Mio. Euro.

Besondere Aufmerksamkeit während der Diskussion galt der außerordentlichen Bedeutung eines ständigen Kontakts zwischen dem Anlagenbetreiber und Behörden, sowie der Praxis der Public - Private –Partnerships (PPP). Die Einführung des „PPP“- Instrumentariums in die Praxis der russischen Behörden wäre insbesondere in anbetracht des riesigen Modernisierungsbedarfs der Industrie unter den Bedingungen der „Übergangsökonomie“ von Vorteil.

Außer Vertretern des Werkes (Herr Richter, Leiter Technologie des Werkes, Herr Dr. Horner, Mitarbeiter der Technologieabteilung) haben an der Präsentation und der anschließenden tiefgehenden und konstruktiven Diskussion folgende Mitarbeiter von Aufsichtsbehörden teilgenommen:

- Herr Grützner - Staatl. Umweltamt Gera, Dez. Immissionsschutz,
- Herr Bischof - Thüringer Landesverwaltungsamt,
- Herr Boehmer - Thüringer Landesverwaltungsamt (Weimar), Referat Immissionsschutz,
- Frau Mai - Thüringer Landesverwaltungsamt (Weimar), Referat Immissionsschutz.

## **2.2 M-real Stockstadt**

Die Auswahl der Anlagen der Fa. M-real für einen Besuch während der Schulungsreise war damit begründet, dass dieses Werk ein markantes Beispiel dafür ist, wie ein Werk, das historisch gesehen in der Errichtungszeit viele Ähnlichkeiten mit den Zellulosewerken im Kaliningrader Gebiet hat, konsequent die Modernisierungspolitik umgesetzt hat, die auf das Erreichen sowohl von unternehmerischen als auch von umweltpolitischen Zielen ausgerichtet war.

Für einen Einführungsvortrag sowie Werksbesichtigung und Diskussion standen Herr Schilha, Leiter Umweltschutz des Werkes und Herr Sauer, Leiter Holz, Hof und Nebenbetriebe des Werkes zur Verfügung.

Im Stockstadter Werk wird für die Zelluloseherstellung das Sulfitverfahren angewendet, das auch in mehreren Zellulosewerken in der Russischen Föderation zum Einsatz kommt. Allerdings gelingt es dem Betreiber durch die Umstellung des Verfahrens auf den Einsatz der Magnesiumverbindungen (MgBi) in der Kocherei und den Verzicht auf Elementarchlor in der Bleicherei (2-stufige Peroxid – Bleiche), unter Einhaltung von hohen Anforderungen auf dem Gebiet des Umweltschutzes und der Anlagensicherheit profitabel zu arbeiten.

Die Anwendung von Magnesiumverbindungen (MgBi) in der Kocherei und Verzicht auf Elementarchlor in der Bleicherei bilden die Basis für eine Empfehlung im Bezug auf die Identifizierung von langfristigen Maßnahmen im Rahmen von Modernisierungskonzepten für die russischen Zellulosebetriebe, die auf das entsprechende BAT – Dokument orientiert ist.

Die Jahreskapazität des Werkes beträgt 160.000 t, dabei wird als Rohstoff Buche (vorrangig aus

zertifizierten Beständen) eingesetzt. In der integrierten Papierfabrik werden 200.000 t/a Naturpapier und 190.000 t/a gestrichene Papiere hergestellt. Für die Papierproduktion wird auch zugekaufter Langfaserzellstoff ergänzend eingesetzt. Der Umsatz betrug 2001 ca. 420 Mio. Euro.

Wie bereits erwähnt, wird im Betrieb chlorfrei gebleicht (seit 1991). Der Verzicht auf Chlor in der Bleicherei hindert nicht daran, hochqualitative Zellstoffe herzustellen: Der Weißgrad liegt bei 88 % (nach ISO).

Die Erfahrungen des Werkes sind besonders relevant, um in den russischen Betrieben vorhandenen Befürchtungen bzgl. der Einhaltung der hohen Weißgrade beim Chlorverzicht entgegenzutreten.

Beim Vergleich der Produktionskapazitäts- und Mitarbeiterzahlen (ca. 1000) mit ähnlichen Werten der russischen Zellulosebetriebe, wird es bei einer vorsichtigen Schätzung offensichtlich, dass die Produktivität bei M-real die Produktivität der russischen Werke um das 3- bis 4-fache übersteigt.

Die Erfahrungen des Betreibers im Bezug auf Umstellung des Bleichprozesses auf chlorfreie Bleiche, die eine effektive Ablaugenerfassung und Stoffwäsche umfassen, sind von besonderer Relevanz bei der Erarbeitung entsprechender Modernisierungskonzepte für die russischen Zellstoffproduzenten.

So gelingt es in Stockstadt z. B. unter anderem durch den Einsatz einer 6-stufigen Waschstraße, eine 98%-ige Gesamtablaugenerfassung zu erreichen. Dies ermöglicht einerseits den Einsatz des „milderen“ Bleichprozesses und andererseits eine umfassende Chemikalienrückgewinnung, bzw. Chemikalienkreislaufschließung, sowie eine effektive Reduzierung der Menge und Belastung des Abwassers, das einer nachgeschalteten Behandlung unterliegt.

Ein wichtiges Merkmal der angewendeten Produktionsschemata ist die Möglichkeit, die Dicklaug, die Rinde, den Klärschlamm und die Rejekte im Reststoffverbrennungskessel zur Deckung von 70 % des Energiebedarfes zu verwerten.

Gegenwärtig wird im Werk ein neues Verfahren für Dicklaugenverwertung testiert (20 t/a während der Testphase), nach dem Betonverflüssiger/Klebstoffe hergestellt werden. In Anbetracht der gegenwärtigen Probleme beim Absatz von Produkten, die in der Russischen Föderation traditionell aus der Ablauge hergestellt wurden (Lignosulfonate sowie Futterhefe) und der damit verbundenen enormen Abwasserbelastung, sind derartige Technologien besonders viel versprechend

für den Technologietransfer.

Seit 1994 werden die Abwässer in einer aeroben-biologischen Kläranlage behandelt (Rohabwasser 95.000 m<sup>3</sup>/d – Erlaubniswert, z. Zt. 40.000 - 45.000 m<sup>3</sup>/d, Zielwert 13 t/d CSB).

Zellstofffiltrate werden nach dem Schema Vorklärstufe - 2-straßige Reinsauerstoffbelebungsanlage - Nachklärstufe behandelt. Überschussschlamm wird kompostiert, bzw. nach der Reststoff-trocknung >96 % TS der Verbrennung im Reststoffkessel zugeführt.

Restasche wird in der Zementindustrie bzw. im Landbau eingesetzt.

Im Rahmen der Diskussion wurden besonders die Aspekte der Behördenkontrolle und Handhabung von umweltschutzgerichteten Investitionen behandelt.

Abwasserwerte werden 5-6mal/Jahr durch die Behörde geprüft. Das Betreiberunternehmen prüft täglich CSB/BSB, pH-Wert, Leitfähigkeit und Feststoffgehalt und 2-mal mal wöchentlich die Werte Stickstoff/Phosphor. Monatlich werden entsprechende Berichte an die Behörden erstattet. Eine solche Herangehensweise an die Kontrolle der Abwasserwerte ist auch in der russischen Zelluloseindustrie unabdingbar (mit einer Ergänzung im Bezug auf die Ermittlung von AOX - Werten, da gegenwärtig mit Chlor bzw. chlorhaltigen Verbindungen gebleicht wird).

Als besonders wichtig für die Realisierung von umweltschutzrelevanten Investitionen hat sich in der Praxis des Betriebes die durch die Gesetzgebung vorgesehene Option erwiesen, bei der Realisierung von adäquaten Maßnahmen, die Abwassergebühren rückwirkend erstattet zu bekommen. Die Größenordnung von jährlich zu zahlenden Abwassergebühren liegt für das Stockstadter Werk bei ca. 4 Mio. Euro. Bei der Realisierung von Maßnahmen, die zur Reduzierung der CSB-Belastung des Abwassers um 20 % führen, können die Abwassergebühren für 3 Jahre rückwirkend gebunden für entsprechende Investitionen verwendet werden.

Eine derartige Praxis existiert in der Russischen Föderation gegenwärtig nicht, demzufolge wäre es sinnvoll, eine entsprechende Empfehlung im Rahmen der Diskussion während des vorhabensbezogenen Arbeitstreffens zu geben und die Verabschiedung zu erwirken. Die Umsetzung der Empfehlung würde allerdings einen wesentlich weiteren Rahmen erfordern, der außerhalb des im Vorhaben Möglichen liegt.

### **2.3 SCA Hygiene Products Mannheim**

Ähnlich wie bei M-real wird im Mannheimer Werk chlorfrei gebleichter Sulfitzellstoff nach dem modernen MgBi-Verfahren hergestellt. Die Kapazität beträgt 225.000 t/a (ca. 1400 Mitarbeiter),

es werden Buche/Fichte (20:80) – Hackschnitzel und Rundholz – eingesetzt. Das Werk verfügt über eine modernste, integrierte Tissue- und Papierfabrik, die unter Zukauf von Zellstoff unter beinahe allen in Deutschland gängigen Marken produziert.

Infolge der Realisierung umfassender Modernisierungsmaßnahmen wird seit 1989 ohne Chlor gebleicht (TCF Qualität).

Die Verarbeitung von Buchenholz erfolgt mit diskontinuierlichen Kochern (115 t/d) – Zellstoff A mit anschließender 1-stufiger Bleiche (NaOH + P) – Weißgrad 86 % ISO /Zellstoff A.

Die Bearbeitung von Fichtenholz erfolgt mit diskontinuierlichen Kochern (155 t/d) mit anschließender 1-stufiger Bleiche (MgO + P) – Weißgrad 86 % ISO/Zellstoff A.

Die Bearbeitung von Fichtenzellstoff erfolgt mit dem einen kontinuierlichen Kamyr-Kocher (1968) und anschließender mehrstufiger Peroxid-Bleiche - Zellstoff B

Nach der Zellstoffwäsche wird der Stoff in flüssiger Konsistenz den Tissue- und Papiermaschinen zugeführt.

Die Produktionsschemata beinhalten

- Kraftwerk (Kraft – Wärme – Kopplung)
- Verbrennung von Dicklauge/Abgasen/Rinde (5 Dampferzeuger)
- Dampferzeugung 340 t/h, Stromerzeugung 38 MW/Fremdstrom 30 MW
- Chemikalienrückgewinnung
- Mechanisch-biologische Abwasserbehandlung
- Rauchgasentschwefelungsanlage (4-stufige Venturi-Anlage/Gegenstromwäscher).

Besonderes Augenmerk galt der neu errichteten Abwasserbehandlungsanlage.

Während der Diskussion wurden Erfordernisse und Möglichkeiten der Ablösung von Chlor als Bleichmittel bei der Einhaltung von hohen qualitativen Anforderungen an die Zellulose (vor allem vom Weißgrad) erörtert:

- Markterfordernis (chlorfreie Hygiene-Fertigprodukte)
- Einhaltung von ökologischen Anforderungen
- Erforderlicher Weißgrad der Fertigprodukte 82 % ISO
- Kocherstoff Weißgrad 60 – 70 % ISO und 1 Stufe Peroxid-Bleiche sind voll ausreichend

- Höhere Weißgrade mit 2. Stufe Peroxid (87 % ISO) bzw. OZON-Stufe (90 % ISO) sind problemlos erreichbar.

Nach Aussage von Herrn Dr. Geisenheimer (Leiter Kocherei – Energie) und Herrn Kunz (Leiter Umweltschutz) wurden im Betrieb ca. 30 Jahre benötigt, um den gegenwärtigen Stand im Bezug auf die Einhaltung von umweltschutzrelevanten Anforderungen zu erreichen. Die Maßnahmen wurden in 5-Jahres-Abschnitten mit jeweils ca. 6 Mio. Euro „Umwelt“ - Investitionen realisiert. Vorrangig waren dabei eine Prozessoptimierung mit der Einschränkung umweltgefährlicher Chemikalien und Stoffgemische (Kraftwerk/Zellstofffabrik). Von besonderer Bedeutung bei der Bereitstellung von Investitionen war auch hier die Möglichkeit der Abwassergebührenrückerstattung (ca. 17 Mio. Euro in den letzten Jahren) bei der Realisierung von adäquaten Maßnahmen.

## **2.4 Beratung im BMU**

Die Beratung im BMU diente der Darstellung des BAT – Dokumentes für die Zellstoff- und Papierindustrie und Erfahrungen seiner Anwendung in der Bundesrepublik, sowie der Präsentation von technischen und technologischen Lösungen einiger deutscher Firmen beim Umgang mit gefährlichen Chemikalien und bei der Lösung der Aufgaben auf dem Gebiet der Abwasserbehandlung.

Die Darstellung des BAT – Dokuments für die Zellstoff- und Papierindustrie durch Herrn Kollar (UBA) umfasste Fragen:

- der Umsetzung der rechtlichen Anforderungen an einen spezifischen Standort (Genehmigungsverfahren/Kontrolle durch Behörden),
- der Nutzung der bestverfügbaren Technologien und Möglichkeiten zum Erreichen eines hohen Umweltschutzniveaus,
- einer umfassenden Integration von Kriterien der Genehmigung,
- der Harmonisierung des Genehmigungssystems (Richtlinie),
- der Ableitung von Immissionswerten durch die Behörden entsprechend der Technologienbeschreibung im BAT – Dokument,
- der bestverfügbaren Technologien für die Abwasserreinigung für ECF- und TCF – Zelluloseproduktionsschemata.

Der umfassende Charakter des BAT-Dokumentes für die Zellstoff- und Papierindustrie, bezogen sowohl auf die Erfahrungen aus der praktischen Anwendung der beschriebenen Technologien, als auch auf die Arbeit der Aufsichtsbehörden, bereitet eine geeignete Begründungsbasis für die

Empfehlung des Dokuments, zumindest um es als wichtige Informationsquelle, bzw. als Grundlage bei der Erarbeitung von Modernisierungskonzepten für die russischen Zellulosebetriebe und bei der Novellierung der gesetzlich verankerten umweltschutzrelevanten Anforderungen an die Produktionsanlagen zu betrachten.

Herr Spitzner und Frau Becker - Fa. EMCO WHEATON (Kirchhain) - präsentierten spezielle Systeme auf der Basis spezieller Drehgelenke mit flammgehärteten Kugelbahnen für die Entladung von Chlor aus Kesselwagen. Der Einsatz dieser Systeme für die Ablösung der gegenwärtig in den russischen Zellulosebetrieben angewendeten beweglichen Schlauchsysteme wird es ermöglichen, die Sicherheitsstandards beim Umgang mit Chlor einzuhalten.

Herr Dr. v. Nordeskjöld - Fa. „Von Nordeskjöld Verfahrenstechnik“ (Egming-Münster) - berichtete über die Erfahrungen in der Entwicklung und beim Bau von mechanisch/vollbiologischen Abwasserreinigungsanlagen, bei denen die Klärbecken im Erdbau mit Folienauskleidung und einer Neuentwicklung einer Kettenbelüftung anstelle der Druckluft-, bzw. Kreiselbelüftung (mit erheblicher Energiebedarfssenkung von 15 W/m<sup>3</sup> auf 3 W/m<sup>3</sup> Abwasser) zum Einsatz kommen.

## **2.5 Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg/Universität Hamburg**

Bedingt durch die grundlegenden wirtschaftlichen Veränderungen in der Russischen Föderation entstanden Defizite bei der Organisation der industrieorientierten Forschung. Daher war es ein besonderer Wunsch der russischen Kollegen, die Organisation der industrieorientierten Forschung unter den Bedingungen der Marktwirtschaft branchenorientierend kennen zu lernen. Dem wurde bei der Präsentation der Tätigkeit der gemeinsamen Forschungsstelle der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft und der Hamburger Universität nachgegangen.

Im Rahmen der breit gefächerten Zielstellungen der Bundesforschungsanstalt wird vorrangig die Neu- und Weiterentwicklung von Verfahren zur Erzeugung und Bleiche von Zellstoffen, unter Berücksichtigung der Ziele des Umweltschutzes und der Wirtschaftlichkeit der Anlagen, bearbeitet.

Forschungsthemen sind mit aktuellem Bezug auf die Erfordernisse der Industrie, sowohl der Zellstoff- und Papierhersteller, als auch der Anlagenhersteller ausgerichtet.

Forschungsthemen mit einer Laufzeit von 2 bis 3 Jahren und einem Etat von ca. 200-250 Tsd. Euro werden zu 50 % durch die Industrie und zu 50 % durch öffentliche Mittel finanziert (Bund/Länder/Förderinstitutionen/Stiftungen).

Die Präsentation erfolgte am konkreten Beispiel eines Forschungsprojektes im Auftrag von SCA Mannheim „Weiterentwicklung des sauren Sulfit-Verfahrens im Zusammenhang mit der Einführung der neuen Technologie in der Tissue – Produktion“.

Herr Prof. Dr. Patt und Herr Dr. Kordsachia (Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg/Universität Hamburg) haben Interesse an einer Kooperation mit den russischen Partnern bekundet.

## **2.6 Informationsschwerpunkte**

Im Ergebnis der Präsentation lassen sich die Informationsschwerpunkte wie folgt zusammenfassen:

- Die gesetzliche Rahmenbedingungen der Errichtung, Modernisierung, Betriebes von Zellstoffproduktionsanlagen in der EU und speziell in Deutschland.
- EU-Direktiven und deren Umsetzung in der nationalen Gesetzgebung. Besondere Aufmerksamkeit wurde dabei dem BREF für Zellstoff- und Papierindustrie gewidmet (Inhalt und praktische Anwendung in der Arbeit der Unternehmen sowie der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden).
- „Check- Listen für die Untersuchung und Beurteilung des Zustandes von Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen und Zubereitungen“.
- Zusammenarbeit zwischen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden und Anlagenbetreiber im Rahmen von Public-Private-Partnership.
- Vorteile des Genehmigungsverfahrens nach dem „one stop shopping“ Schema.
- Einsatz von wirtschaftlichen Mechanismen zur Unterstützung der Implementierung von Clean Technologies.
- Organisation der industrieorientierten Forschung unter marktwirtschaftlichen Bedingungen.
- Auslegung und Realisierung von Modernisierungskonzepten auf dem Weg von einer rohstoffintensiven und umweltschädlichen Zellstoffproduktion zur einem weitgehenden Einsatz von Clean Technologies unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten.
- Moderne Technologien und Ausrüstungen für alle signifikanten Bereiche der Zellstoffproduktion.

### **3. Durchführung der Ist-Stand Analyse in den Zellulosebetrieben des Kaliningrader Gebietes der Russischen Föderation**

Grundlage für die Erstellung von modellhaften Modernisierungskonzepten für die Zellstoffproduktionsanlagen sollten die Ergebnisse der Ist-Stand Analyse zweier Betriebe des Kaliningrader Gebietes bilden.

Entsprechend den Beratungsergebnissen während der Informationsreise von Vertretern der russischen Betriebe und der russischen Aufsichtsbehörde Gosgortekhnadzor in die Bundesrepublik, wurde beschlossen, die Ist-Stand-Analyse unter technischen, sicherheitstechnischen und ökologischen Aspekten in allen drei sich im Kaliningrader Gebiet befindlichen Zellstoffbetrieben durchzuführen.

Die nachfolgend dargestellten Untersuchungsergebnisse wurden in einem Sonderbericht zusammengefasst, ins Russische übersetzt und den Vorhabensbeteiligten zur Verfügung gestellt.

Als Grundlage für die Datenermittlung zur Analyse des Ist-Zustandes dienten:

- die im Rahmen der Implementierung der Empfehlungen von ICPR/ICPE/ICPD erarbeiteten „Checklisten für die Untersuchung und Beurteilung des Zustandes von Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen und Zubereitungen“ (UBA, 2001) (s. [www.umweltbundesamt.de/anlagen](http://www.umweltbundesamt.de/anlagen)).

und

- von WTTC erarbeitete Fragebögen zu den angewendeten Produktionstechnologien und Betriebscharakteristika in der Zelluloseindustrie, die die Grundlage für „Informations-Check-Listen“ bildeten (s. Anlage).

Die Datenerhebung erfolgte durch Mitglieder der Arbeitsgruppe (Frau Usowa, Herrn Graumann, Herrn Sojref), die aktiv durch Vertreter der jeweiligen Betriebe unterstützt wurden. An den begleitenden Beratungen in den Betrieben nahm auch die Vertreterin von Gosgortekhnadzor des Kaliningrader Gebietes Frau R. S. Wechirko teil.

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe wurden durch folgende Werksvertreter aktiv unterstützt:

- AG „Zepruss“:
  - o Herr J. N. Besnosow – Vizepräsident und Cheffingenieur

- Herr P. S. Semjonowych – Cheftechnologe
- Frau A. A. Kasanzewa – Leiterin der Umweltschutzabteilung
  
- „Nemanskij ZBK“:
  - Herr W. A. Sablin – damaliger Generaldirektor
  - Herr W. S. Kudrjawzew – Cheffingenieur
  
- „Sowjetskij ZBS“:
  - Herr W. I. Kiseljow – Stellvertretender Direktor
  - Herr A. I. Pronin - Cheffingenieur
  - Frau Zharikova - Leiterin der Umweltschutzabteilung

Bei Bedarf wurden weitere Vertreter der Betriebe kurzfristig herangezogen. Die Beratungen in den Betrieben dienten ebenfalls der Information über bereits vorhandene Vorstellungen zur Modernisierung, bzw. existierende Pläne und deren Stand der Umsetzung.

### **3.1 Zellstoffproduktionsanlagen des Betriebes „NEMANSKIJ ZBK“ (Neman)**

Die Anlagen des Werkes sind für die Herstellung von gebleichten Sulfitzellstoffen nach dem Natrium – Bisulfitverfahren ausgelegt. Das Bisulfitverfahren wurde im Oktober 2000 unter dem neuen Betriebsmanagement eingesetzt. Die Jahreskapazität liegt bei ca. 80 Tsd. t, die Produktionszahlen liegen bei ca. 60 Tsd. t/a (168,5 t/d), dies entspricht etwa einer 70 %-igen Auslastung. Als Rohstoff werden Fichte / Pappel (80:20) verwendet.

Das Werk beinhaltet eine integrierte Papierproduktion: Offset – Papier (80.000 t/a), Tapeten – Rohpapier, Pergamentersatzpapier, Etikettenpapier, Packpapier sowie Hefteproduktion und Druckpapier, deren Kapazität durch die Inbetriebnahme der neuen Anlagen eines deutschen Produzenten erweitert, bzw. ermöglicht wurde.

Gegenwärtig wird gasförmiges Chlor in der Bleiche eingesetzt.

Technisch – technologische Parameter des Betriebes:

- Trockenentrindung des Rohholzes, 60 % der Rinde und Späne zur Wärmeversorgung, 40 % der Rinde auf Halde zur Kompostierung,
- Hackschnitzel – Zuführung direkt zu den Kochern (Hackschnitzeleintrag mittels Förderband),

- 6 diskontinuierlich arbeitende, plattierte Kocher à 320 m<sup>3</sup> Inhalt,
- Ablaugenerfassung im Kocher 5,8 m<sup>3</sup>/t Zellstoff,
- Keine zwischengeschaltete Stoffwäsche zur höheren Ablaugenerfassung vorgesehen,
- Grobsortierung des Zellstoffes (Äste / Sand / Knoten) über Separationsanlage,
- Bleichsequenz C – E – H – H – S mit dem Einsatz von Elementarchlor in einer Stufe,
- 2 – stufige Feinsortierung,
- Zellstoff wird in flüssiger Form der Papierfabrik zugeführt,
- Dampferzeugung mittels Heizöl in 5 Kesseln à 35 Gcal/h, Einsatz von Fremdenergie notwendig,
- Schwere Stäube werden durch Abluftzyklone zurückgehalten, SO<sub>2</sub> – Freisetzung der Dampfkesselanlage 1.700 t/a, SO<sub>2</sub> – Schadstoffe werden durch einen Absorptionsturm minimiert,
- Futterhefeproduktionsanlage mit Entsulfatisierung

Das durch WTTC erstellte Blockdiagramm der Anlagen von „Nemanskij ZBK“ ist nachfolgend abgebildet (Abb. 3.1.1).

Analog zu den Anlagen des „Sowjetsker ZBS“ liegen die Werksanlagen am Grenzfluss zu Litauen - Neman (Memel) – Grenzfluss zu Litauen (EU-Beitrittskandidat). Demzufolge ist bereits bei einem regulären Anlagenbetrieb die erhöhte Umweltbelastung von grenzüberschreitender Bedeutung.



„Nemanskij ZBK“

Die Flussrohwasserentnahme liegt bei 2.580 m<sup>3</sup>/h (22.094 Mio. m<sup>3</sup>/a), die Abwassermenge ist enorm hoch und beträgt 19.900 Mio. m<sup>3</sup>/a (328 m<sup>3</sup>/t Zellstoff). Eine mechanische Abwasserreinigung der Abwässer aus der Zelluloseherstellung erfolgt über Filteranlagen, sowie nachfolgend

über horizontale Abscheider mit 4 Sektionen (Restschwefelgehalt 90 mg/l). Das Abwasser der Dampfkesselanlage wird über ein Schlammabsetzbecken und einen Ölfang geführt. Die Abwasserwerte lagen zum Zeitpunkt der Durchführung der Arbeiten nach Werksangaben bei 79 t/d CSB (473 kg/t Zellstoff).

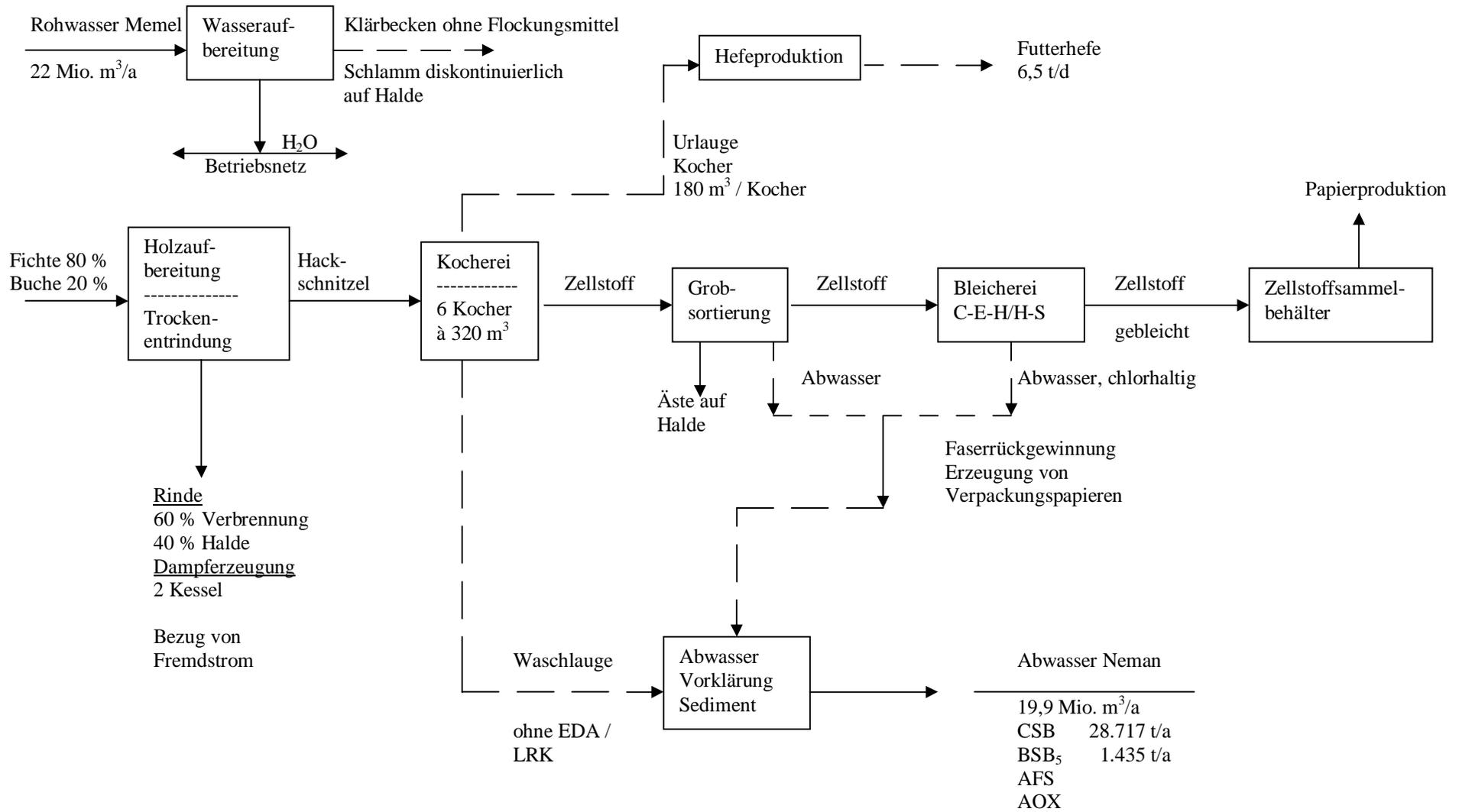
Im Rahmen der Realisierung der Modernisierungsmaßnahmen wurden moderne Flotationsanlagen der Fa. KWI (Investitionsvolumen liegt nach Angaben des Betreibers bei ca. 2 Mio. US \$) für die Faserrückgewinnung, bzw. Faserrückführung in der integrierten Papierproduktion in Betrieb genommen. Diese Maßnahme führte zu einer spürbaren Reduzierung der Belastung der Abwässer aus der Papierproduktion.

Die Analyse der beim Betreiber vorhandenen Vorstellungen zur Modernisierung wird im nachfolgenden Kapitel des Berichtes vorgenommen.

**Bild 3.1.1 Blockdiagramm der Anlagen von Nemanskij ZBK Ltd.**

Stand 2002

Na – Bisulfit – Verfahren



### 3.2 Zellstoffproduktionsanlagen des Betriebes „SOWJETSKIJ ZBS“ (Sowjetsk)

Die Anlagen des Werkes sind für die Herstellung von Sulfitzellstoffen nach dem Natrium – Bisulfitverfahren Verfahren aus Fichte ausgelegt. Die Kapazität der Anlagen beträgt 75.000 t/a (200 t/d), davon 40.000 t/a gebleicht.

Integrierte Produktion: Karton, Tapetenrohapiere sowie Hefeproduktion 9 t/d und technische Lignosulfonate 100 t/d (50 %).

Beim Einsatz von Elementarchlor / Chlordioxid wird ein Weißgrad bis ca. 90 % erreicht.



„SOWJETSKIJ ZBS“

Technisch – technologische Parameter des Betriebes:

- Nassentrindung des Rohholzes, Rindenpresse (50 % Trockengehalt), Rindenverbrennung inkl. Späne / Holzreste (Vibrationssichter) in 2 Dampfkesseln à 10 t/h - 70 % Verbrennung / 30 % Halde,
- Hackschnitzel – Zuführung zu Bunkern über den Kochern
- 7 diskontinuierlich arbeitende, plattierte Kocher (1 x 320 m<sup>3</sup> und 6 x 250 m<sup>3</sup> Inhalt),
- Hackschnitzeleintrag mittels Svensson – Füllapparat,
- Kocherausbeute 22 – 23 t/Kocher,
- Ablaugenerfassung 7 m<sup>3</sup>/t Zellstoff, Gesamtablaugenerfassung 80 % - unzureichend um einen den Anforderungen des Umweltschutzes gerechten Anlagenbetrieb zu ermöglichen,
- Keine zwischengeschaltete Stoffwäsche, bzw. Waschstraße zur höheren Ablaugenerfassung – führt zusammen mit relativ niedrigem Grad der Ablaugenerfassung zum Einsatz von überhöhten Mengen an Bleichagenzien,
- Dicklaugen – Eindampfung (russische Anlage) ist nach Werksangaben gegenwärtig außer Betrieb – erhebliche Probleme im Bezug auf Abwasserqualität,
- Bleichsequenz C/C – E – C – E – H – H – S (Bleiche in 7 Bleichtürmen): Bleichstufe ClO<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub> (5 kg ClO<sub>2</sub>/t + 25 kg Cl<sub>2</sub>/t) – Mischung, Bleichstufe Cl<sub>2</sub> (25 kg/t),

- 3 – stufige Feinsortierung (Zentrifugalsortierer / Trommelfilter / Zentricleaner),
- der Kocherzellstoff wird z. T. der Bleicherei und z. T. der Papierfabrik in ungebleichter Form zugeführt,
- der gebleichte Zellstoff wird entwässert, getrocknet und in Ballen verpackt,
- Dampferzeugung und teilweise Elektroenergieerzeugung 14 – 16 MW, 30 % Fremdenenergieeinsatz.

Die Entnahme des Flussrohwassers liegt bei 2.780 m<sup>3</sup>/h. Eine mechanische Reinigung des Rohwassers erfolgt in 2 Absetzbecken 12 x 70 m sowie in Quarzfiltern (Anlagen aus der Vorkriegszeit). Schlammentsorgung erfolgt jährlich auf Halde (ca. 200 m<sup>3</sup>). Bei Flusswassertemperaturen im Bereich um 25 °C erfolgt eine extrem verstärkte Algenbildung, was bis zu 3 %-igen Einbußen beim Weißheitsgrad führt). Insgesamt gesehen ist die Flussrohwasserreinigung, wie auch in den anderen zwei Betrieben des Kaliningrader Gebietes, mangelhaft. Dies führt zur Notwendigkeit mit erhöhten Mengen an Bleichmitteln zu agieren. Die Empfehlung im Bezug auf die Notwendigkeit einer effektiven Frischwasserbehandlung bei der Erarbeitung von Modernisierungskonzepten ist eine der wichtigsten für diesen Produktionsbereich, ihre Realisierung kann zu einer relevanten Reduzierung der Menge von in der Bleicherei eingesetzten Mitteln führen.

Fragen der Abwasserbehandlung im Betrieb und entsprechender Abwasserqualität sind von besonderer Bedeutung, da Abwässer direkt in den Fluss Neman (Memel) – Grenzfluss zu Litauen (EU- Beitrittskandidat) eingeleitet werden. Nach Werksangaben ist das Flussrohwasser bereits erheblich belastet.

Die Abwassermenge beträgt 55.640 m<sup>3</sup>/d (19.921 Mio. m<sup>3</sup>/a), dies entspricht einem im Vergleich mit dem im BAT –Dokument sehr hohen Wert des Frischwasserverbrauches von 316,5 m<sup>3</sup>/t Zellstoff.

Eine effektive Abwasserbehandlungsanlage ist nicht vorhanden und wäre bei der anfallenden Abwassermenge und -qualität kaum denkbar. Gegenwärtig wird nur mechanische Abwasserreinigung angewendet (Fangstoffrückführung). Nach Werksangaben lagen die Abwasserwerte zum Zeitpunkt der Durchführung der Arbeiten bei:

- CSB 66,1 t/d (376 kg/t Zellstoff),
- BSB 9,6 t/d,

was die durch die HELCOM - Richtlinie vorgegebenen Werte um ein Mehrfaches übersteigt.

Der Anlagenbetreiber verspricht sich eine Verbesserung der Situation durch die Wiederinbetriebnahme der Ablaugenverdampfungsanlage nach Umstellung deren Betriebes von Heizöl (Masut) auf Erdgas.

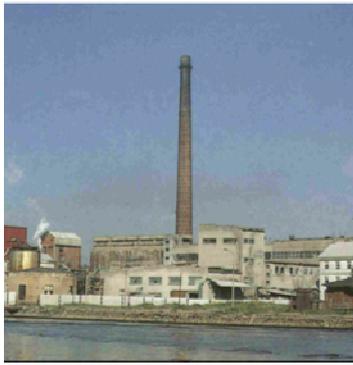
Während der Diskussionen mit den Werkvertretern zu den notwendigen Modernisierungsschritten fanden folgende mögliche Maßnahmen Zustimmung:

- Realisierung der Algenbekämpfung bei höheren Flusswassertemperaturen (3% Weißgradeinbuße im Sommer), Optimierung des Einsatzes von Flockungsmittel,
- Verbesserung der Prozesswasserreinigung (Faserstoffe) - z. Zt. Beträgt der Faserstoffanteil im Prozesswasser in der Kocherei / Bleicherei ca. 90 mg/l,
- Wasserkreislaufschließung zur Senkung des Wasserverbrauchs,
- Aufbau einer Waschstraße nach der Kocherei zur höheren Ablaugenerfassung,
- Errichtung einer Schlammaufbereitung (überwiegend Mineralstoffe),
- Verbesserung der Ablaugeneindampfanlage,
- Umstellung der Bleicherei für die Erzeugung von ECF – Zellstoffen durch die Umstellung der 1. Bleichstufe auf nur Chlordioxid anstelle der Mischung Chlor/Chlordioxid. Die anderen Bleichstufen sollen erhalten bleiben,
- Realisierung der Zellstoffeindickung vor der Bleicherei auf 25 % Stoffdichte zur besseren Chlordioxidwirkung (SUNDS – Filterpressen),
- Verbesserung der mechanischen Reinigung der Abwässer durch Einsatz spezieller Flockungsmittel.

### **3.3 Zellstoffproduktionsanlagen der AG „ZEPRUSS“ (Kaliningrad)**

In den Anlagen des um die Jahrhundertwende des letzten Jahrhunderts in Königsberg errichteten Betriebes der AG „ZEPRUSS“ werden gebleichte Sulfitzellstoffe nach dem Natrium – Bisulfitverfahren aus Fichte/Kiefer (70:30) hergestellt. Die Anlagen sind für eine Jahreskapazität von 95.000 t ausgelegt. Im Betrieb sind 1.700 Mitarbeiter beschäftigt (inkl. breites Spektrum an Hilfsabteilungen und Herstellung von Papiererzeugnissen – Hygieneartikel - aus zugekauftem Papier).

Der Weißgrad von 85 – 87 % wird durch den Einsatz von Elementarchlor erreicht, was zu erheblichen umweltschutzrelevanten und sicherheitstechnischen Problemen führt.



AG „ZEPRUSS“

Nach Werksangaben wurden im Werk in den Jahren 1993 – 2000 bereits einige Modernisierungsmaßnahmen mit einem Investitionsumfang in Höhe von 15 Mio. US-\$ (1. Stufe der Modernisierung) realisiert, die aus eigenen Mitteln bereitgestellt wurden.

Technisch – technologische Parameter des Betriebes:

- Trockenentrindung des Rohholzes / Rinde nur zur Kompostierung – keine energetische Nutzung,
- Hackschnitzel – Zuführung direkt zu den Kochern,
- 5 diskontinuierlich arbeitende, plattierte Kocher à 320 m<sup>3</sup> Inhalt,
- Dampfzylinder zur Hackschnitzelverdichtung im Kocher,
- Gesamterfassung der Ablauge 75 % - führt zu den erheblichen Problemen im Bezug auf die Abwasserqualität,
- Keine zwischengeschaltete Stoffwäsche – wäre absolut notwendig um eine chlorfreie Bleiche bzw. die Reduzierung der Menge von eingesetztem Chlor zu ermöglichen,
- Grobsortierung des Zellstoffes (Äste / Sand),
- Faserrückgewinnung aus Ablauge durch Sedimentation (Verpackungszellulose) – niedrige Effektivität der Faserrückgewinnung gepaart mit einer Abwasserbelastung,
- Bleichsequenz C – E – C – E – H – H – S – wie bereits erwähnt Einsatz von Elementarchlor in der Bleicherei, und zwar in 2 Stufen,
- 2 – stufige Feinsortierung,
- Langsieb – Entwässerungsmaschine mit Presswalzenpaar und Trockenzylinder,
- Eindampfung der Kocherablauge auf 55 % TS – sehr niedriger Eindampfungsgrad,
- Dampferzeugung durch Erdgas / Kohle in 5 Kesseln à 50 t/h,
- Elektroenergieerzeugung durch 2 Turbinen à 6 MW.

Das Endprodukt wird in Ballenform (à 200 kg) verpackt. Nach Werksangaben werden aus der

Ablauge hergestellte technische Lignosulfonate - z. Zt. 75.000 t/a -verkauft (auch im Ausland), was angesichts der Marktsituation auf diesem Gebiet nicht nachvollziehbar ist.

Die Anlagen liegen am Fluss Pregolja (Pregel), die Flussrohwasserentnahme beträgt max. 4.800 m<sup>3</sup>/h. Wasseraufbereitung erfolgt im Grobreiniger (Sandfilter / 30 % der Frischwassers werden mit Flockungsmittel behandelt).

Die vorhandene 2-stufige mechanische Abwasserreinigung ist nicht in der Lage, eine qualitätsgerechte Abwasserreinigung durchzuführen. Der hohe Kontaminationsgrad des anfallenden Abwassers (Gesamtabwassermenge beträgt 98.000 m<sup>3</sup>/d) wird durch folgende Parameter gekennzeichnet (Werksangaben):

- CSB 111 t/d (das entspricht 405 kg pro t Zellstoff!),
- AOX 4,4 kg/t Zellstoff (in der Russischen Föderation besteht keine gesetzliche Pflicht zur Messung von AOX).

Die wichtigsten Merkmale des beim Anlagenbetreiber vorliegenden Modernisierungskonzeptes sind:

- Umstellung der Bleicherei auf Einsatz des Chlordioxids (bis 2005),
- Verbesserung der Stoffwäsche durch die Inbetriebnahme einer mehrstufigen Waschstraße zur Erhöhung der Ablaugenerfassung auf 95 %,
- Erhöhung der Effektivität der Eindampfanlage mit der Verfolgung der Strategie, alle Dicklaugeverwertungsprodukte als technische Lignosulfonate zu verkaufen,
- während der 2. Modernisierungsetappe (nach 2005) ist die „Einführung eines Systems zur Rückgewinnung von Chemikalien“ vorgesehen.

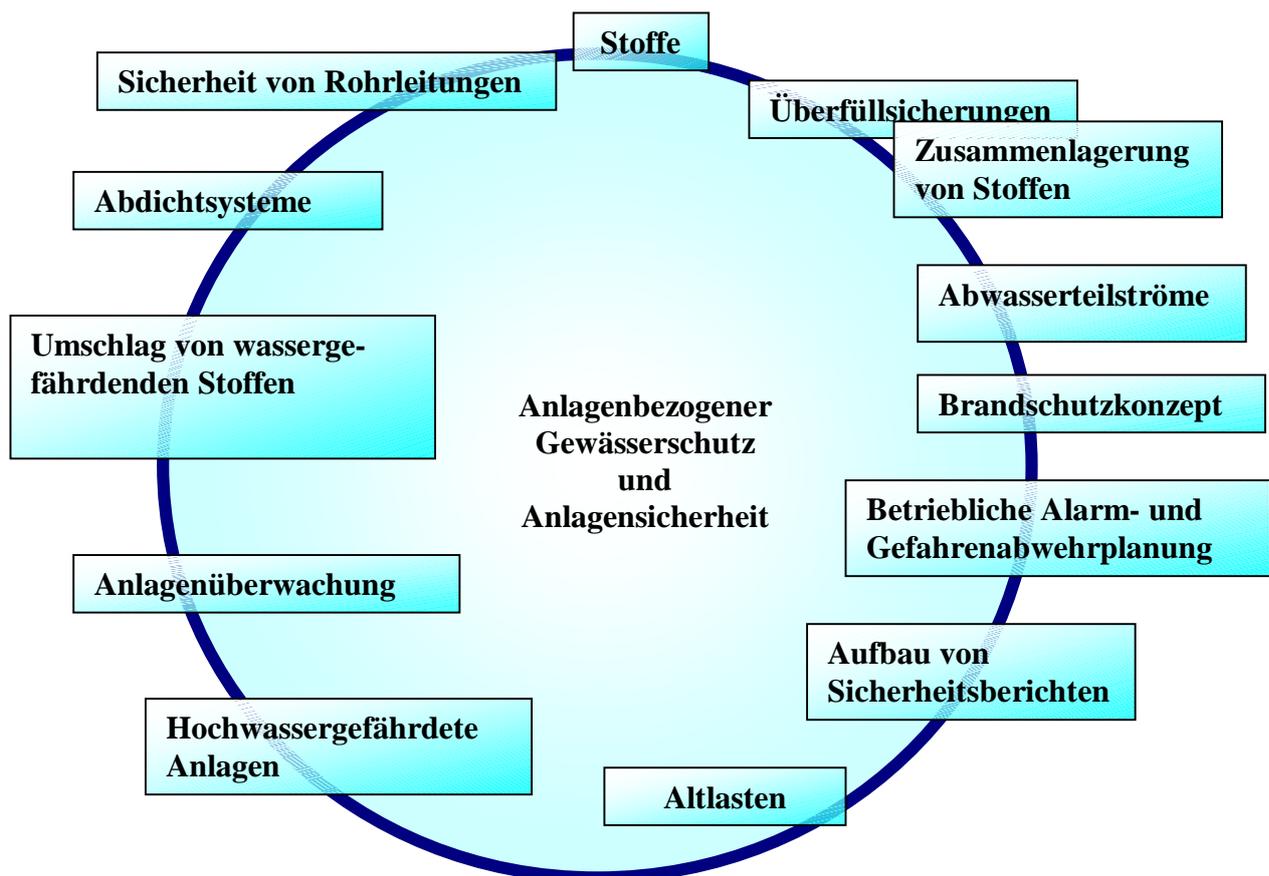
Die Analyse des gegenwärtigen Standes der Realisierung des Modernisierungskonzeptes lässt, unserer Meinung nach, keine eindeutige optimistische Aussage bezüglich eine spürbaren Verbesserung der Situation im Betrieb in der näheren Zukunft zu.

Wesentliche Gründe dafür liegen nicht nur darin, dass technologisch gesehen die beim Betreiber vorhandenen Modernisierungsvorschläge nicht mit den Vorgaben des BAT – Dokumentes übereinstimmen und nicht konsistent sind, sondern auch in der fehlenden Möglichkeit, die Finanzmittel bereit zu stellen.

### 3.4 Analyse des Umgangs mit wassergefährdenden Stoffen und vergleichende Darstellung von ökologischen wasserbezogenen Betriebsparametern in Zellstoffherstellungsanlagen des Kaliningrader Gebietes.

Um ein systematisches und einheitliches Vorgehen bei der Untersuchung und Beurteilung des Zustandes von Anlagen zu gewährleisten, wurde die Analyse des Ist-Zustandes beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in drei Zellstoffwerken des Kaliningrader Gebietes anhand der „Checklisten für die Untersuchung und Beurteilung des Zustandes von Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen und Zubereitungen“, die im Rahmen der Umsetzung von Empfehlungen der Internationalen Kommissionen zum Schutz des Rheins (IKSR), der Elbe (IKSE) und der Donau (IKSD) erarbeitet wurden, durchgeführt.

Die Checklisten tangieren die auf dem nachfolgenden Diagramm aufgeführten Aspekte des Umgangs mit wassergefährdenden Stoffen:



Nachfolgend wird modellhaft die Anwendung von Checklisten am Beispiel der Anlagen des Nemansker ZBK demonstriert.

Infolge einer Erfassung von wassergefährdenden Stoffen gemäß EG-Richtlinie 67/548/EWG wurde festgestellt, dass in den Anlagen maßgeblich mit neun in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten wassergefährdenden Stoffen und Stoffgemischen umgegangen wird, die entsprechend dem Katalog der wassergefährdenden Stoffe des Umweltbundesamtes (<http://www.umweltbundesamt.de/wgs>) den entsprechenden Wassergefährdungsklassen zugeordnet wurden (Tab. 3.4.1):

Tab. 3.4.1

Lfd. Nr.:	Stoffbezeichnung	Konzentration	Stoffmenge	WGK	Eigenschaften nach EG-Richtlinie 67/548/EWG						Bemerkungen	
					T*	T	C	Xn	N	R52		R53
1	Chlor (flüssig)	100 %	48/52 m <sup>3</sup>	2	X			X	X		X	
2	Heizöl	100 %	3 x 5000 m <sup>3</sup>	1				X	X			Masut M-100
3	Ammoniakwasser	25,4 %	500/1000 m <sup>3</sup>	2		X	X	X				
4	Natronlauge	25,4 %	2 x 150 m <sup>3</sup>	1			X	X				Kaustikum
5	Hypochlorit	93 %	2 x 24 m <sup>3</sup>	2	X			X	X		X	
6	Kochsäure	SO <sub>2</sub> 4,6 %	1000/800 m <sup>3</sup> 2 x 500 m <sup>3</sup>	1		X		X	X			
7	Sulfitablauge Sulfitablauge	12 % 50 %	500 m <sup>3</sup>	1		X		X	X			Vorfluter EDA
8	Zellstoffsuspension	Sulfitablauge	3 x 225 m <sup>3</sup> 3 x 300 m <sup>3</sup>	1				X	X			ungebleicht 6 – 8 % SD
9	Zellstoffsuspension	chlorhaltig		2		X		X	X		X	gebleicht

Die Einschätzung des Gefährdungspotentials der Anlagen des Nemansker ZBK kann entsprechend der in „Inventory of Potential Accidental Risk Spots in the Danube River Basin“ (November 2001), erstellt im Rahmen der Tätigkeit der Internationalen Kommission zum Schutz von Donau (IKSD), dargestellten Methode durch Umrechnung der Wassergefährdungspotentiale einzelner Stoffe auf entsprechende Äquivalente eines wassergefährdenden Stoffes der Klasse 3 durchgeführt werden (s. Tab. 3.4.2):

Tab. 3.4.2

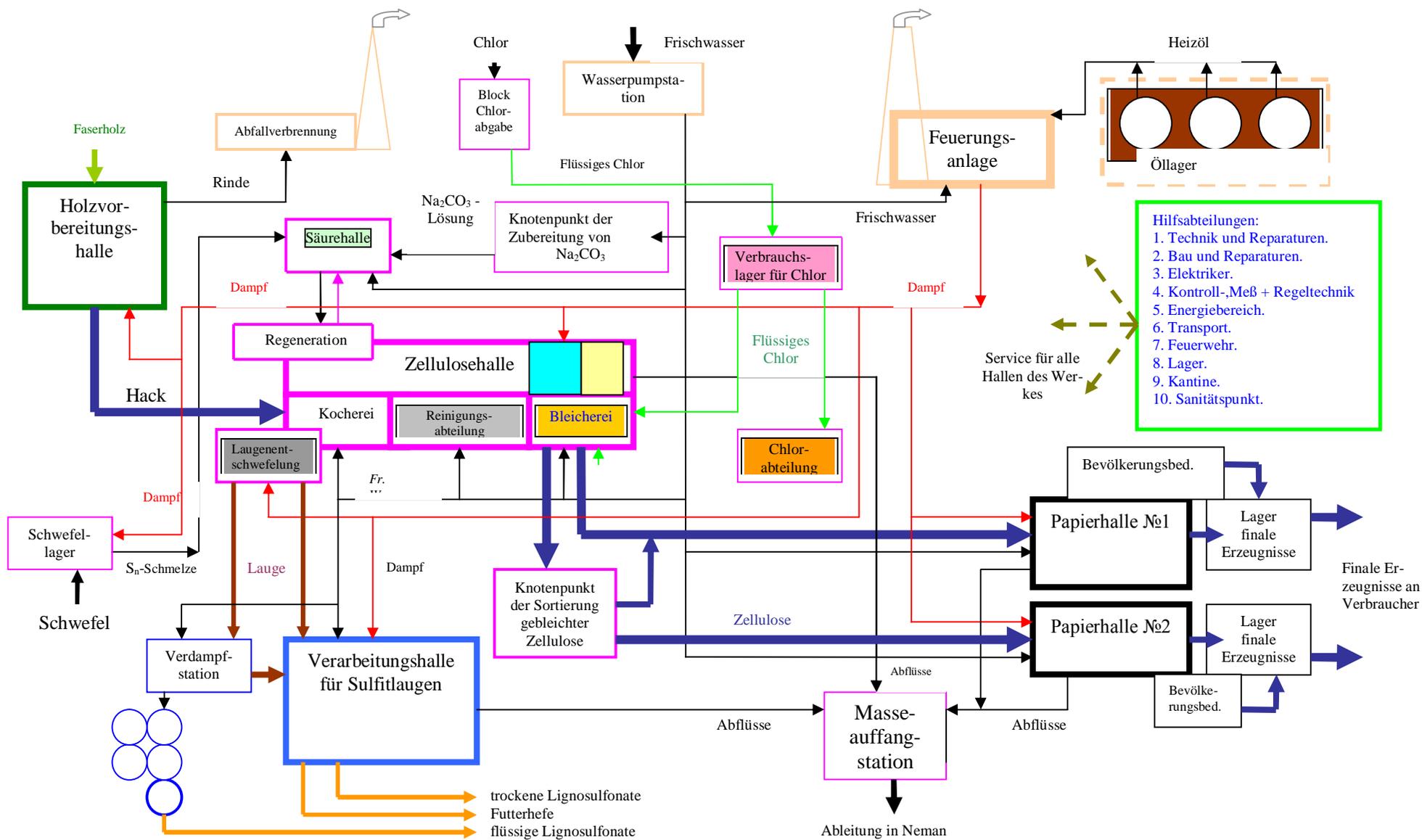
Lfd. Nr.:	Stoffbezeichnung	Menge, kg	WGK	WGK 3 – Äquivalent, kg
1	Chlor (flüssig)	66.000	2	6.600
2	Heizöl	4.008.000	1	40.080
3	Ammoniakwasser	1.392.000	2	139.200
4	Natronlauge	152.000	1	1.520
5	Hypochlorit	238.000	2	23.800
6	Kochsäure	2.520.000	1	25.200
7	Sulfitablauge	495.000	1	4.950
8	Zellstoffsuspension	1.415.000	1	14.150
9	Zellstoffsuspension	2.025.000	2	202.500
SUMME				458.000

Die Zuordnung von wassergefährdenden Stoffen und Gemischen nach Produktionsbereichen kann anhand der schematischen Darstellung der Werkproduktionsanlagen (Abb. 3.4.1) vorgenommen werden.

Anhand der Analyse des Ist-Zustandes zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in den Produktionsanlagen des Nemansker ZBK auf Basis der ausgefüllten Checklisten in der Abfolge der folgenden einzelnen Fragestellungen:

- Stoffe,
- Überfüllsicherung,
- Sicherheit von Rohrleitungen,
- Zusammenlagerung,
- Abdichtsysteme,
- Abwasserteilströme,
- Umschlag,
- Brandschutzkonzept,
- Anlagenüberwachung,
- Betriebliche Alarm- und Gefahrenabwehrplanung,
- Hochwasser,
- Aufbau von Sicherheitsberichten

wurde folgender Maßnahmenkatalog (Tab. 3.4.3) erstellt, der auf kurz-, mittel- und langfristig zu realisierende Maßnahmen unterteilt und auf den *gegenwärtig im Betrieb angewendeten Produktionsablauf* basiert ist.



- Hilfsabteilungen:
1. Technik und Reparaturen.
  2. Bau und Reparaturen.
  3. Elektriker.
  4. Kontroll-,Meß + Regeltechnik
  5. Energiebereich.
  6. Transport.
  7. Feuerwehr.
  8. Lager.
  9. Kantine.
  10. Sanitätspunkt.

	Stoff Nr. 1		Stoff Nr. 4		Stoff Nr. 7
	Stoff Nr. 2		Stoff Nr. 5		Stoff Nr. 8
	Stoff Nr. 3		Stoff Nr. 6		Stoff Nr. 9

Abb. 3.4.1

Tab. 3.4.3

Nr.	Sachverhalt	Kurzfristige Maßnahmen	Mittelfristige Maßnahmen	Langfristige Maßnahmen
1	Befüllen von Behältern	Intensivierung der Schulung des Personals, insbesondere im Bezug auf Antihavarietraining (zusätzliche Schulung zum richtigen Reagieren bei einer Gefahr der Überfüllung)	Verbesserung von Füllstandanzeigen, Einbau von selbstschließenden Einrichtungen	Ausrüstung der Lagertanks mit automatischen Überfüllsicherungen
2	Sicherheit von Rohrleitungen	Prüfung von Rohrleitungen und besonderen Rohrleitungsbauteilen mit den Stoffen der WGK 3 und WGK 2, Reparatur undichter Rohrleitstellen, Reparatur oder Austausch von Armaturen; Errichtung von Anfahrtschutzvorrichtungen durch Montage von Leitplanen, von Pollern, durch die Errichtung von Betonwänden und Aufschüttung von Erdwällen an besonders gefährdeten Stellen; Durchführung von Wanddickenmessungen in größerem Umfang (Prüfprogramm); Prüfung kritischer Verlegungssituationen	Druck- und Dichtheitsprüfungen (inkl. zerstörungsfreie Prüfungen), Schaffung eines ausreichenden Anfahrtschutzes der Rohrleitungen mit wassergefährdenden Stoffen im Betrieb	Adäquate Berücksichtigung der Anforderungen an die Rohrleitungen (s. „Basis Check – Listen“) bei der Konzipierung und Realisierung von langfristigen Modernisierungsmaßnahmen des technologischen Prozesses
3	Abdichtungssysteme	Aktualisierung von Sicherheitsdatenblättern für die vorliegenden wassergefährdenden Stoffe, Ergänzung von Stoffdatenblättern durch die Angaben nach EG-Richtlinie 67/548, Regelmäßige Sichtprüfung und Ausbesserung von Abdichtungen	Installation von Abdichtungen, die dem Stand der Technik entsprechen (s. „Basis Check – Listen“)	
4	Umgang mit Abwasser- teilströmen	Prüfung und Ausbesserung sowie Errichtung von adäquaten Rückhalteeinrichtungen im Bereich Lagerung und Umschlag . Zusätzliche Maßnahmen sind in nachfolgender Beschreibung des technologischen Modernisierungskonzeptes nach Produktionsbereichen beschrieben		
5	Umschlag wassergefährdender Stoffe – Chlorumschlag aus Eisenbahnkessel	Sichtprüfung nach jedem Umschlag Umrüstung der Abladestelle		Verzicht auf Chloreinsatz im Betrieb (s. auch Konzept der technologischen Modernisierung)
6	Brandschutzmaßnahmen	Ergänzung des vorhandenen Brandschutzkonzeptes unter Berücksichtigung des Umganges mit wassergefährdenden Stoffen, Prüfung der Dimensionierung vorhandener Auffangwannen und Rückhalteeinrichtungen; Erforderliche Auffangwannen provisorisch herstellen	Sanierung von stark beschädigten Auffangwannen und Rückhalteeinrichtungen	Schaffung von ausreichend dimensionierten Auffangwannen und –räumen, bzw. von adäquaten Dichtflächen (s. „Basis Check – Listen“)
7	Anlagenüberwachung	Realisierung von Maßnahmen (kurz-, mittel- und langfristigen) entsprechend dem Modernisierungskonzept (Teil Abwasserbehandlung)		
8	Betriebliche Alarm- und Gefahrenabwehrplanung	Überprüfung der Funktionalität von vorhandenem Alarmierungsverfahren, Erarbeitung von Vorschlägen für die Verbesserung	Erarbeitung des Vorschlages zur Ergänzung des existierenden Alarmierungsverfahrens auf die Alarmierung der entsprechenden Litauischen Behörden und Stellen; evtl. im Rahmen des Internationalen Warn- und Alarmsystems für den Fluss Ne-	Implementierung des Internationalen Warn- und Alarmsystems für den Fluss Neman

			man	
9	Umgang mit Hochwassergefährdung	Erstellung eines Konzeptes zum Schutz vor Hochwasser (nach Überprüfung von vorhandenen Schutzzeineinrichtungen), Erhöhung und Verstärkung von Schutzerdwallung	Gewährleistung eines angemessenen Hochwasserschutzes für die bestehenden Anlagen des Betriebes	Berücksichtigung des Schutzes vor Hochwasser bei der Errichtung neuer Anlagenteile im Rahmen der technologischen Modernisierung (s. „Basis Check – Listen“)

Ein Vergleich der Situation im Bezug auf Umgang mit Wasser (Frischwasserverbrauch und Abwasserqualität) in den sich im Kaliningrader Gebiet befindlichen Zellstoffproduktionsanlagen ist anhand entsprechender Charakteristika der Produktionen dargestellt: Abwassermenge pro t hergestellte Zellulose, sowie CSB- und AOX - Werte, etc. – mit entsprechenden Werten im BAT – Dokument, in der HELCOM - Empfehlung, in den deutschen Vorschriften und in drei deutschen Betrieben.

Anhand der unten aufgeführten Tabelle wird offensichtlich, dass die gegenwärtigen Werte für die drei russischen Betriebe die durch die HELCOM – Richtlinie (ab 01.01.2005 bindend für die russischen Zellstoffproduzenten) vorgegebenen Werte um ein mehrfaches übersteigen (Tab. 3.4.4).

Bezeichnung der ökologischen Kennziffern	Maßeinheit	BAT	Deutsches Recht	HELCOM	ZPR Rosenthal (Sulfat !)*	SCA Mannheim *	M-real Stockstadt *	AG „Zepruss“ *	Nemanskij ZBK *	Sowetskiy ZBK *
Abwassermenge Vorfluter	m <sup>3</sup> /t	45-55	—	—	26	60	27,8	317	328	316,5
CSB	kg/t	20-30	25	70	15	27	29	405	473	376
AOX	kg/t	0	0,25	0,5	0,02	0	0	4,4	n.v.	n.v.
N	mg/l	<5	10	0,7 kg/t	0,06 kg/t 2,28 mg/l	1,6 kg/t 4,9 mg/l	n.v.	1,54 kg/t 4,85 mg/l	1,7 kg/t 5,1 mg/l	1,66 kg/t 5,3 mg/l
P	mg/l	<0,5	2	0,08 kg/t	0,01 kg/t 0,64 mg/l	0,01 kg/t 0,6 mg/l	0,076 kg/t 2,7 mg/l	0,21 kg/t 0,67 mg/l	0,016 kg/t 0,048 mg/l	0,143 kg/t 0,45 mg/l

\* alle Angaben entsprechend der Werksangaben

#### 4. Erstellung von Modernisierungskonzepten für die Pilotanlagen

Auf der Basis der Ergebnisse der 2002 durchgeführten

- Ist-Stand Analyse von drei Zellulose- und Papierbetrieben des Kaliningrader Gebietes und
- der Konsultationen zu bereits vorhandenen Modernisierungszielen / Vorstellungen mit den Anlagenbetreibern

wurden als Pilotanlagen für die Erstellung von Modernisierungskonzepten, welche auf die Umsetzung und die Einhaltung von Zielen auf dem Gebiet der Erhöhung der Anlagensicherheit und Reduzierung der negativen Auswirkung auf die Umwelt ausgerichtet werden sollen, die Anlagen des Nemansker ZBK und des Sowjetsker ZBS ausgewählt.

Bei der Auswahl spielte auch die Lage des Standortes beider Betriebe an der Grenze zu Litauen und damit an der zukünftigen EU – Grenze eine entscheidende Rolle.

Die Erarbeitung von Modernisierungskonzepten erfolgte unter Berücksichtigung:

- des BAT – Dokumentes für die Zellulose- und Papierindustrie (Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry (siehe <http://eippcb.jrc.es>) und
- der HELCOM – Empfehlungen für die Zellulose- und Papierindustrie im Bezug auf Abwasserwerte, deren Umsetzung für die Betriebe in der Russischen Föderation ab 01.01.2005 vorgeschrieben ist (<http://www.helcom.fi/helcom/recommendations.html>).

Auf der Grundlage der genannten Dokumente wurde jeweils ein modellhaftes „Ziel – Produktionsschema“ erarbeitet, das dem Stand nach der Realisierung von umfassenden langfristigen Modernisierungsmaßnahmen entsprechen sollte.

Bei der Erstellung des Modernisierungskonzeptes wurden die Ergebnisse der Diskussionen zu den beim Anlagenbetreiber vorhandenen Vorstellungen und Realisierungsansätzen der Modernisierung berücksichtigt. Die Diskussionen wurden bereits im Rahmen der Durchführung der Ist-Stand Analyse begonnen und während der Beratungen der Projektarbeitsgruppe in den Betrieben in der Russischen Föderation fortgesetzt.

Nachfolgend dargelegte Modernisierungskonzepte sind nach entsprechenden relevanten Produktionsbereichen gegliedert:

- 1. Wasseraufbereitung,

- 2. Holzaufbereitung,
- 3. Zellstoff – Kocherei,
- 4. Stoffwäsche/Stoffsortierung,
- 5. Zellstoffbleiche,
- 6. Abaugebehandlung und –verwertung (Eindampfanlage, Hefeanlage), Laugenregenerierung
- 7. Abwasserreinigungsanlage

und sind auf kurz-, mittel- und langfristig zu realisierende Maßnahmen unterteilt.

Dabei werden als kurzfristig zu realisierende Maßnahmen diejenigen bezeichnet, deren Realisierungszeit ein bis zwei Jahre in Anspruch nehmen. Entsprechende Realisierungszeiten liegen für mittelfristig zu realisierende Maßnahmen bei drei bis fünf Jahren. Die Maßnahmen, deren Realisierung erwartungsgemäß mehr als fünf Jahre in Anspruch nehmen wird, werden als langfristige Maßnahmen bezeichnet.

Konzepte sind nach Möglichkeit so ausgelegt, dass kurz-, bzw. mittelfristige Maßnahmen die Grundsteine für die Realisierung einer umfassenden Modernisierung bilden.

So wird z.B. vorgeschlagen, kurz- bzw. mittelfristig die Sauerstoffbehandlung in der Bleicherei einzuführen. Dies wird bereits im Rahmen der gegenwärtig benutzten Chlorbleiche dazu führen, dass die in der Bleicherei eingesetzte Menge an Elementarchlor und entsprechend die Belastung von Produktionsabwässern mit chlorhaltigen Verbindungen reduziert wird.

Gleichzeitig kann die Sauerstoffvorbehandlung später praktisch als erste Bleichstufe in im Rahmen einer umfangreichen Modernisierung realisierten TCF – Technologie eingesetzt werden.

Zur Einschätzung des etwaigen Finanzierungsbedarfes im Bezug auf die einzelnen Produktionseinheiten, bzw. –bereiche wurden sowohl die Erfahrungswerte aus dem BAT-Dokument und aus der Tätigkeit bei der Modernisierung von deutschen Zellulosewerken, als auch Angaben aus Angeboten einzelner Anbieter (soweit vorhanden) sowie Werksangaben zugrunde gelegt.

Die Darstellung des Investitionsrahmenplans ist entsprechend der Struktur der Darstellung des Modernisierungskonzeptes unterteilt:

- Hauptausrüstungskosten,
- Nebenanlagen,

- Instandsetzung / Rekonstruktion vorhandener Anlagen,
- Rohrleitungen; Isolierungen, Armaturen, MSR – Technik, Elektrotechnik,
- Montage und Demontage, Ersatzteile, Hilfsstoffe,
- Bauarbeiten, indirekte Kosten.

#### **4.1 Modernisierungskonzept für die Zellstoffproduktionsanlagen des Nemansker ZBK**

Die Grundlage für die Erstellung des Modernisierungskonzeptes bildete die Orientierung auf die Rekonstruktion vorhandener Anlagen für eine Produktionskapazität von 82 Tsd. t Zellulose/Jahr (238 t/Tag).

Die Zielstellung besteht im Verzicht auf den Einsatz von Elementar – Chlor und die Umstellung der Zellulosekocherei mit dem Aufbau einer Chemikalienrückgewinnung (MgO/SO<sub>2</sub>).

Das Ziel – Produktionsschema für die Zellstoffproduktionsanlagen des Nemansker ZBK ist auf der Abbildung 4.1.1 dargestellt.

Modernisierungsmaßnahmen für die einzelnen Produktionsbereiche sind in einer übersichtlichen Form in der Tab. 4.1.1. zusammengestellt.

Vorgesehene Verzicht auf Einsatz von Elementar – Chlor sowie Modernisierung der einzelnen Produktionsbereichen (insbesondere Wäsche-Sortierung und Abwasserbehandlung) würden zur eine erheblichen Reduzierung des Risikopotentials der Anlage infolge Reduzierung des Einsatzes wassergefährdenden Stoffe führen.

##### **4.1.1 Wasseraufbereitung (Frischwasser)**

Der derzeitige Bedarf an Flussrohwater beträgt 2183 m<sup>3</sup>/h (ca. 360 m<sup>3</sup>/t Zellstoff). Angestrebt wird die Reduzierung des Wasserbedarfes auf max. 40 %, d. h. 875 m<sup>3</sup>/h, bzw. 145 m<sup>3</sup>/t Zellstoff.

Zur Reduzierung des Frischwasserbedarfes wird vorgeschlagen, folgende kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen zu realisieren:

- o Aufstellung einer Gesamtwasserbilanz - kurzfristig
- o Ermittlung der Möglichkeiten einer Verbesserung der Wasserkreislaufschließung in den Produktionseinheiten und zwischen den Produktionseinheiten - kurzfristig
- o Überprüfung der Anlagentechnik in den Bereichen Vor- und Hauptsortierung zur Senkung des Wasserverbrauches (Stoffdichteerhöhung unter Einhaltung des Sortiereffektes) - kurzfristig

- Intensivierung der Aufbereitung des Frischwassers zur Senkung des Bedarfes an Bleichchemikalien, d.h.
  - Ermittlung der Eingangparameter des Flussrohwassers (dH, pH-Wert, Mn-,Fe-Gehalt, Temperatur, Schwebstoffe) - kurzfristig,
  - Zusatz von geeigneten Flockungsmitteln vor Eintritt des Flussrohwassers in die Klärbecken (Rohwasserpumpen), bzw. von Algenbekämpfungsmitteln in den Sommermonaten bei Wassertemperaturen um 20-25° C. Anfänglich soll ca. 1/3 des jetzigen Frischwasserbedarfes (ca. 7 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr) über eine neue Flotationsanlage bei Zugabe von Flockungsmittel und Algenbekämpfungsmittel (zeitweise) aufbereitet werden. Bei einer entsprechenden Reduzierung des Frischwasserbedarfes (bei einer umfassenden Wasserkreislaufschließung) werden die Kapazitäten der neuen Anlage für den gesamten Frischwasserbedarf ausreichend sein - mittelfristig.
  - Erhöhung der Filtereffekte zur Reinigung des Flussrohwassers – kurz-, – bzw. mittelfristig
    - Bauliche Sicherung der vorhandenen Filteranlagen zur Vermeidung von unkontrollierbaren Wasserverlusten,
    - Aufstellung von Mehrschicht- Kiesfiltern mit kontinuierlicher Filterspülung
    - Aufstellung von Reinwasserbehältern,

Bei einer Reduzierung des Rohwassereinsatzes ergeben sich technische und ökonomische Vorteile durch:

- kleinere Anlagentechnik und Baulichkeiten,
- geringeren Chemikalieneinsatz zur Rohwasserklärung,
- Erreichung von spezifischen Wasserqualitäten für Produktions- und Kühlwässer und damit z. B. geringerer Chemikalieneinsatz in der Zellstoffbleiche (evtl. bis zu 10 % weniger Elementar – Cl),
- Senkung der Abwassermenge mit dem Ziel des Einsatzes einer effektiven mechanisch-biologischen Abwasserbehandlung.

#### **4.1.2 Holzaufbereitung**

Der gegenwärtige Rohholzeinsatz beträgt 400.000 m<sup>3</sup>/a. Verarbeitete Holzarten: 80 % Fichte, 20 % Pappel (Espe). Dabei werden vier Trockenentrindungsstrommeln (7 % Rinde/Stifte) eingesetzt. Die gegenwärtige Holzausbeute beträgt ca. 35 % (ohne Beachtung der Bruchholzanteile).

Zur Sicherung aufschlussfähiger Hackschnitzel in Menge und Qualität wird vorgeschlagen:

- den Verschleißgrad der Entrindungstrommel zu überprüfen (kurzfristig), d.h.
  - den Entrindungseffekt zu ermitteln - Rindenanhaftung führt zu vermehrten Schmutzpunkten im gebleichten Zellstoff,
  - den Bruchholzanteil zu ermitteln (Faserholzverluste),
  - den Kurzholz-, bzw. Dünnholzanteil zu ermitteln,
- die Arbeitsweise der Hackmaschine zu überprüfen (kurzfristig), d.h.
  - den gegenwärtigen Hackmesserschlifffwinkel, die Standzeiten der Hackmesser zu ermitteln,
  - die Gleichmäßigkeit der Hackschnitzel, Stauchschäden, Feinstoffanteil zu ermitteln,
  - die Aufschlussfähigkeit zu ermitteln,
  - die Hackschnitzelsortierung/Feinstoffverluste zu charakterisieren.

Als Basis zur Reduzierung der negativen Umweltauswirkungen wäre es notwendig, Lärmpegelmessungen (kurzfristig) (Tag/Nacht) durchzuführen und entsprechende Maßnahmen einzuleiten.

Bei Kapazitätserhöhung durch technische Maßnahmen ist die Änderung der Laufzeiten der Holzaufbereitungsanlage von der Rundholzaufgabe bis zur Hackmaschine möglich. Die Reduzierung der Laufzeit führt zur Senkung der Lärmbelastung im Unternehmen und für die Bevölkerung der Stadt Neman.

Zu einem späteren Zeitpunkt soll eine mechanische Rückführung der schlecht entrindeten Hölzer organisiert werden (mittel-, bzw. langfristig).

#### **4.1.3 Zellstoff – Kocherei**

Der chemische Holzaufschluss erfolgt gegenwärtig in sechs diskontinuierlich arbeitenden Bimetall-Zellstoffkochern à 360 m<sup>3</sup> - Inhalt nach dem sauren Na-Bisulfit-Verfahren.

Der Kochprozess verläuft bei 138 °C und ca. 4 bar (ü) und sollte in folgenden Phasen ablaufen:

- Füllen /Evakuieren,
- Besäuern,
- Ankochen/Aufheizen,
- Imprägnieren,
- Hochkochen,
- Fertigmachen,
- Abgasen,

- Ablaugen,
- Leeren.

Anhand der Analyse der Zellstoff – Kocherei wird vorgeschlagen:

- die Kocherlaufzeiten mit dem Ziel der Senkung der Betriebskosten und des Chemikalieneinsatzes zu optimieren.

Die vorgesehene Produktionsmenge sollte bei einer optimalen Kocher – Laufzeit mit 4 Kochern erreichbar sein (7 Kochungen/Tag). Dafür ist es notwendig, auf der Basis der Untersuchung von Kochphasen (Kocherlaufzeiten) und Kochsäureparametern, (Zusammensetzung, Temperatur, Umwälzung) einen Vorschlag für die Optimierung auszuarbeiten – kurz- bis mittelfristig.

- Die Kocherheizung ist auf eine indirekte Heizung mittels Kochsäurevorwärmer umzustellen - mittelfristig.

Gegenwärtig erfolgt die Heizung durch direktes Einleiten von Dampf in den Kocher. Dies ist mit folgenden Nachteilen verbunden:

- o Es erfolgt de facto eine Verdünnung der Kochsäure,
- o Kondensat geht der Rückführung verloren (ca. 20 t /Kocher und Kochvorgang)
- o Entstehung einer zonalen Überhitzung.

Es liegt ein Angebot für einen Kochsäurevorwärmer vor (120 T€).

- In Übereinstimmung mit den Modernisierungsplänen des Anlagenbetreibers ist als mittel-, bzw. langfristig zu realisierende Maßnahme die Umstellung auf Mg-Base anzusehen. Gesamtkosten der Umstellung werden durch den Anlagenbetreiber auf 750 T€ angesetzt. Die Bauarbeiten sind angelaufen.

Die Umstellung auf Mg-Base wird es vor allem ermöglichen, die Chemikalienrückgewinnung zu realisieren und damit sowohl die ökologischen als auch wirtschaftlichen Parameter des Betriebes erheblich zu verbessern (z. B. Senkung der Umweltbelastung durch Reduzierung der Make-up-Chemikalien).

Gleichzeitig sind mit der Einführung der Mg-Base veränderte Kocherwerte vorgesehen (Temperatur 155 – 160 °C, Druck 8 bar, Kocherlaufzeit 9 – 10 h, pH-Wert 3,5). Hierbei ist besonders das erheblich wachsende Sicherheitsrisiko infolge des hohen Druckes zu beachten.

- Als langfristig zu realisierende Maßnahme wird die Organisation der Kocherentleerung durch Ausblasen des Kocherstoffes mit Waschlauge in Blastanks zur Reduzierung des Frischwasserverbrauchs vorgeschlagen.

Die Urllauge wird z. Zt. mit Waschlauge aus dem Kocher vor dem Leeren verdrängt (180 m<sup>3</sup>). Die Verdrängung und Wäsche des Kochstoffes erfolgt gegenwärtig mittels Frischwasser (216 m<sup>3</sup> pro Kochvorgang!). Gegenwärtig beträgt die Ablaugenerfassung max. 65 %. Der effektive Waschprozess des Kocherstoffes sollte deshalb außerhalb des Kochers in einer separaten Waschstraße (Stoffwäsche) erfolgen (mittel- bis langfristig – wird nachfolgend beschrieben).

#### 4.1.4 Stoffwäsche/Stoffsortierung

Die Bereiche Stoffwäsche und Stoffsortierung sind kurzfristig neu zu konzipieren. Dabei werden folgende Ziele verfolgt:

- die Ablaugenerfassung zu verbessern, bzw. neu zu gestalten (Zielwert > 95%),
- die Rejekte durch eine Grob- und Feinsortierung intensiver auszuschleusen.

Der Bereich Stoffwäsche dient der max. Erfassung der Ablauge aus dem Kocherstoff, dabei sollte nach dem Gegenstromprinzip in Waschaggregaten der Zellstoff von der Ablauge und dem Restschwefeldioxid getrennt werden. Gleichzeitig erfolgt eine Sortierung des Stoffes, bei der Äste und unaufgeschlossenes Holz etc. abgeschieden werden.

Hierbei ist ein effektiver Wasserkreislauf unter Einbeziehung von Filtraten und die Erzeugung von Kaltlauge zur Kühlung und Verdrängung des Kocherstoffes im Kocher anzustreben.

Bei der Erstellung der Konzeption sollen folgende Empfehlungen, bzw. Aspekte zur erhöhten Ablaugenerfassung und zur Senkung der Wasserfracht berücksichtigt werden:

- mittelfristig - Aufbau einer mehrstufigen Waschstraße (evtl. Hersteller: NIICHIMMASCH, SUNDS Defibrator), die Konzeption soll auch die weitere Schließung des Wasserkreislaufes unter Verwendung von Filtraten der Bleicherei beinhalten,
- Erfassung der technologisch bedingt anfallenden Abwässer (Leckagen, Spritzwasser, Sperrwasser, Reinigungsabwässer) und Weiterleitung zur Abwasserbehandlungsanlage - kurzfristig,
- Aufbau einer Geruchsgasentsorgung durch Kapselung der mehrstufigen Waschstraße - mittelfristig,
- Stoffwäsche wird erst voll wirksam im Bezug auf Reduzierung der negativen Auswirkungen der Anlagen auf die Umwelt im Zusammenhang mit der Inbetriebnahme des Laugenregenerierungskessels (LRK) mittel- bis langfristig.

Die erhöhte Ablaugenerfassung sowie die Reduzierung des Restschwefeldioxides führt mittel-, bzw. langfristig vor Inbetriebnahme des Laugenregenerierungskessels (LRK) zur Steigerung der Hefeproduktion, bzw. es besteht mittel-, bzw. langfristig die Möglichkeit, bei Erweiterung der Eindampfung (Trocknung) der Ablauge zur Herstellung von technischen Lignosulfonaten.

Die derzeitige schlechte Absatzmöglichkeit technischer Lignosulfonate bedingt die Notwendigkeit, alternativ die Voraussetzungen für eine thermische Verwertung (Verbrennung zur Erzeugung von Dampf und Energie) zu schaffen (s. Ziel-Produktionsschema).

Die Rekonstruktion der Stoffwäsche/Stoffsortierung wäre gegenwärtig bereits zwingend notwendig, um die vorhandene Bleiche effektiver zu gestalten und Hypochlorit zu sparen.

Daher wäre es absolut notwendig, diese Maßnahme als kurzfristig zu realisierende Maßnahme einzustufen. Infolge eines nachfolgend dargestellten hohen Finanzbedarfes und mangelhafter Finanzierungsmöglichkeiten wird diese Maßnahme als mittelfristig zu realisierende Maßnahme eingestuft.

Orientierende Aufstellung eines möglichen Finanzbedarfes für die Errichtung der Stoffwäsche/Stoffsortierung (wird demnächst durch weitere Angebote von potentiellen Herstellern ergänzt):

- zur Aufnahme des Kochstoffes sind gegenwärtig zwei Stapelbehälter à 600 m<sup>3</sup> vorgesehen. Die Kosten für die Behälter belaufen sich laut Angebot des russischen Herstellers (Petrowskij Werk) bei 2 x 200 Tsd. €. Die Gesamtkosten (inkl. Aufstellung und Einbindung) werden auf 1 Mio. € geschätzt,
- der erforderliche Chemiewäscher (3 – 4-stufige Waschstrasse) wird gegenwärtig von einem russischen Produzenten für 1,2 Mio. € angeboten,
- die Stoffsortierungsanlage wird durch Firma Papcel/Tschechien für 750 Tsd. € angeboten,
- der Stapelbehälter vor der Bleicherei (Schwimmbecken) soll einen Inhalt von 1200 m<sup>3</sup> aufweisen. Die Herstellungskosten sind mit ca. 500 Tsd. € veranschlagt. Die Gesamtkosten einschließlich Aufstellung und Einbindung werden auf 800 Tsd. € geschätzt.

#### **4.1.5 Zellstoffbleiche**

Im Nemansker Werk wird in der Zellstoffbleiche gegenwärtig noch Elementar-Chlor eingesetzt.

Entsprechend den Anforderungen im Bezug auf Gewährleistung eines sicheren Betriebes von Produktionsanlagen und Reduzierung der negativen Auswirkung der Produktion auf die Umwelt (Abwasserbelastung) ist es notwendig, eine chlorfreie Bleiche (TCF) einzuführen.

Darüber hinaus muss es möglich werden, den Wasserbedarf durch Wasserkreislaufschließung in der Bleiche extrem zu senken.

Dafür soll kurzfristig ein Konzept aufgestellt werden.

Dabei sind die Bleichsequenzen so zu verändern, dass sowohl kein Elementar-Chlor zum Einsatz kommt, als auch kein Hypochlorit angewendet wird. Alle Bestrebungen sind darauf zu richten, dass Bleichstufen mit Sauerstoff und Wasserstoffperoxid zur Anwendung kommen.

Neben einem Vorschlag für eine Bleichsequenzfolge in dem zu erstellenden Konzept sollen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Chemikalienkosten (Chlor-Sauerstoff/Wasserstoffperoxid),
- Ermittlung und Evaluierung der Effekte bei Ablösung von wassergefährdenden Stoffen, Senkung der Abwasserbelastung.

Die Analyse der in den BAT dargestellten Produktionsschemata und der in der deutschen Zelluloseindustrie gesammelten Erfahrungen lässt als mögliche Bleichsequenzfolge OP-A-EOP-P/P-S vorzuschlagen.

Definition der einzelnen Sequenzen:

OP-Stufe	Sauerstoff, Wasserstoffperoxid, Magnesiumhydroxid als Base
A-Stufe	Schwefelsäure
EOP-Stufe	Sauerstoff, Wasserstoffperoxid, Natronlauge, evtl. Entharzer
P/P-Stufen	Wasserstoffperoxid, Natronlauge, Nitrilamin
S-Stufe	Sauerwasser (schweflige Säure).

Da die Realisierung der dargestellten Schemata eine langfristige Maßnahme mit einem erheblichen und derzeit nicht realisierbarem (einige Zehnmillionen €) finanziellem Aufwand ist, werden gegenwärtig als kurz-, bzw. mittelfristige Alternativen folgende Varianten diskutiert:

- Sauerstoff – Vorbleiche (vorab ohne Chemiewäscher) (eine Luftzerlegungsanlage wäre notwendig/Entscheidungsvorschlag wurde erarbeitet. Der Investitionsaufwand liegt bei ca. 1,5 Mio. €). Dadurch wird geringerer Chemikalieneinsatz in der Bleicherei notwendig (Reduzierung des Elementarchloreinsatzes um 10 – 60kg Chlor / t Zellstoff!). Darüber hinaus

rung des Elementarchloreinsatzes um 10 – 60kg Chlor / t Zellstoff!). Darüber hinaus ist das Abwasser der Sauerstoffbleiche als Waschwasser in der Sortierung, bzw. in der späteren Stoffwäsche einsetzbar.

- Die Durchführung des Prozesses ohne Elementar - Chlor aber mit Hypochlorit. Für diesen Fall ist die Errichtung einer Teilstromabwasserreinigungsanlage vorgesehen (eine Flotation-sanlage verbunden mit dem Einsatz von speziellen Flockungsmitteln für die Bindung von wasserlöslichen chlorhaltigen Substanzen). Dabei ist zu bedenken, dass die Aufbereitung chlorhaltiger Schlämme recht problematisch ist.
- Bleichprozess ohne Sauerstoff - Vorbleiche mit einer 2-stufigen Wasserstoffperoxidbleiche und einer Absäuerungsstufe. Dabei ist besonders wichtig zu prüfen, ob der notwendige Weißgrad erreicht werden kann. Darüber hinaus gibt es Vorstellungen, zur Senkung des Verbrauches des relativ teuren Wasserstoffperoxides, zusätzlich eine Ozonbehandlungsstufe vorzusehen.

Die Auswahl einer optimalen Herangehensweise soll anhand einer komplexen Studie zur Auslegung der Zellstoffbleiche (inkl. Durchführung von entsprechenden Modelluntersuchungen im Labormaßstab) erfolgen, die kurzfristig zu erstellen ist.

#### **4.1.6 Ablaugebehandlung und –verwertung (Eindampfanlage, Hefeanlage), Laugenregenerierung**

Gegenwärtig wird die direkt vom Kocher abgezogene Ablauge für eine Hefeproduktion und nach Trocknung auf 55 % ATS-Gehalt als technische Lignosulfonate zum Verkauf verwendet.

Die vorhandene Eindampfanlage (EDA) ist nach Aussagen der russischen Seite nur zu 50 % ausgelastet, da kein ausreichender Absatz für technische Lignosulfonate vorhanden ist.

Damit dürfte diese Anlage für die modernisierte Produktion ebenfalls ausreichend sein.

Entscheidend für die Erarbeitung des Konzeptes für den Umgang mit der Ablauge ist die Feststellung, dass die Grundlage für die Realisierung der in HELCOM – Empfehlungen vorhandenen Abwasserwerte die Realisierung eines Maßnahmenbündels bildet, das eine Errichtung von:

- der Überprüfung der Leistungsfähigkeit, bzw. Erweiterung der Leistungsfähigkeit der Eindampfanlage – mittel-, bzw. langfristig,
- einer Laugenregenerierung mit Chemikalienrückgewinnung (langfristig), sowie
- einer chlorfreien Bleiche (mittel-, bzw. langfristig) und
- einer umfassenden Wasserkreislaufschließung (mittel-, bzw. langfristig)

vorsieht.

Ausgehend von den Ergebnissen der Ist-Stand Analyse werden folgende Maßnahmen betrachtet:

- Beibehaltung oder Steigerung der Hefeproduktion – kurz bis mittelfristig (wird detailliert nachfolgend beschrieben),
- Steigerung der Kapazität der Eindampfanlage durch Neubau, bzw. Erweiterung – mittel bis langfristig, wobei ebenfalls die Dünnlauge der neu zu konzipierenden Stoffwäsche einbezogen werden muss,
- Erweiterter Verkauf der Dicklauge als technische Lignosulfonate (wegen gegenwärtiger Marktsituation nicht denkbar),
- Aufbau eines Laugenregenerierungskessels (LRK) – mittel bis langfristig - zur Erzeugung des erforderlichen Betriebsdampfes, bzw. zur Elektroenergieerzeugung. Der Aufbau eines LRK ist verbunden mit einer Chemikalien-Regenerierung unter der Voraussetzung, dass ein Umstieg von Na - Bisulfit auf MgO - Bisulfit in der Kocherei mittel bis langfristig erfolgen wird.

Mit der Chemikalienrückgewinnung aus dem Abgas des Laugenregenerierungskessels lassen sich ca. 95 % SO<sub>2</sub>/MgO wieder verwenden. Dies führt zu einer erheblichen Verbesserung sowohl von ökologischen als auch von wirtschaftlichen Parametern des Betriebes (Aufwendungen nur für den Restzukauf von Chemikalien). Beherrschbare Abluftwerte an der nunmehr in diesem Bereich einzigen Emissionsquelle, dem Kamin, sind möglich (der SO<sub>2</sub>-Gehalt sollte 0,005 Vol. % nicht überschreiten).

Die derzeit existierende größte russische Anlage MPK-210 (Preis ca. 3,5 Mio. €) ist nicht ausreichend für die Verbrennung der insgesamt anfallenden Dicklauge.

Eine Anlage könnte durch Fa. Babcock geliefert werden (Der Preis für eine Anlage für 116 Tsd. t /Jahresproduktion beträgt 13 Mio. €).

Im Bezug auf die Hefeanlage ist kurzfristig eine spürbare Produktionsverbesserung möglich. Da die Futterhefeproduktion neben der Lignosulfonsäureherstellung - de facto - die einzige gegenwärtig verfügbare Möglichkeit der Ablaugenverwertung ist, wäre diese Maßnahme von besonderer Bedeutung für die Verbesserung der Abwasserwerte. Die Kapazität der Hefeproduktionsanlage beeinflusst erheblich die Ablaugenmenge, die verwertet werden kann und demzufolge nicht in den Vorfluter des Flusses Neman abgeleitet wird (CSB – Wert).

Entsprechende Überlegungen sehen folgendermaßen aus:

- Die derzeitige Kapazität der Hefeanlage beträgt 6,5 t/d. Bei der Annahme, dass nur 6 Kocher pro Tag geleert werden, ergibt sich bei 180 m<sup>3</sup> Urmenge pro Kocher und 3 % Zucker multipliziert mit einem Ausbeutekoeffizienten von 0,4 die Produktivität in Höhe von 13 t Hefe/Tag:  
$$180 \text{ m}^3 \times 6 \text{ Kocher} = 1080 \text{ m}^3 \times 3 \% \text{ Zucker} =$$
$$= 32 \text{ t Zucker} \times 0,4 \text{ Ausbeute Hefe/t Zucker} = 13 \text{ t Hefe/Tag},$$
- Der Verhefungsprozess wird stark beeinflusst von dem Restschwefeldioxidgehalt in der Ablauge, den Kühltemperaturen in den Fermentoren, sowie von der Effektivität der Anlagentechnik. Deswegen soll kurzfristig eine Untersuchung der Anlagen für eine dem Stand der Technik entsprechende Ausrüstung im Bereich der Ablaugenkühlung und für die Aufbereitung der Ablauge zur Senkung der Restschwefeldioxidmenge vor Inbetriebnahme der Stoffwäsche durchgeführt werden.
- Die Absatzchancen für die Futterhefe lassen sich bereits durch eine nicht aufwändige Verbesserung der Qualitätsparameter und daraus resultierender Preisreduzierung steigern.

#### 4.1.7 Abwasserreinigungsanlage

Entsprechend den Ergebnissen der Ist – Stand Analyse beträgt die gegenwärtige Abwassermenge 19.900 Tm<sup>3</sup>/a. Dies entspricht 328 m<sup>3</sup>/t Zellstoff bei 60.600 Tsd. t/a Zellstoff.

Somit fallen durchschnittlich 2.300 m<sup>3</sup>/h Abwasser an.

Die gegenwärtige Abwasserfracht beträgt bei ca. 2.300 m<sup>3</sup>/h Abwasser:

- CSB = 3.290 kg/h,
- BSB5 = 264 kg/h,
- AFS = 365 kg/h.

AOX – Messungen werden nicht regelmäßig durchgeführt, da - wie bereits erwähnt - bisher in den russischen Vorschriften nicht vorgesehen (!), sollen aber kurzfristig (!!!) eingeführt werden.

Für eine kurzfristige Erarbeitung eines Abwasserbehandlungskonzeptes wäre es notwendig, die Ausgangscharakteristika der Abwasserströme für eine mehrstufige Abwasserreinigung, geteilt in den folgenden vier Teilströmen, zu erfassen:

1. Abwässer der Kocherei, Stoffwäsche, Sortierung, Entwässerung,
2. Bleichereiabwässer (Gemisch aller in der Bleicherei anfallenden Abwässer),
3. Eindampfkondensate,
4. Abwässer der Papierproduktion.

Gegenwärtig stehen zwei Varianten zur Diskussion:

- Aufbau von lokalen Abwasserreinigungsanlagen unterteilt nach Kontaminationsgrad:
  - o Für Bleichereiabwässer (am stärksten kontaminiert),
  - o Für Abwässer aus Kocherei, Stoffwäsche, Sortierung, Entwässerung und Eindampfkondensate,
  - o Für Abwasser der Papierproduktion
- Aufbau einer zentralen Abwasserreinigungsanlage.

Im Fall des Aufbaus einer zentralen Abwasserreinigungsanlage sollten schwach belastete Abwässer mechanisch vorgereinigt und anschließend gemeinsam mit den Bleichereifiltraten chemisch-physikalisch gereinigt werden. Die Bleichereiabwässer sind dabei vorher zu neutralisieren.

Die Eindampfkondensate sollten gestrippt und vorneutralisiert werden.

Die Abwasserströme sollten danach zusammengeführt, fein neutralisiert und einer aeroben biologischen Behandlung zugeführt werden.

Es wäre möglich, ein reinsauerstoffbiologisches Verfahren anzuwenden. Hierbei darf die Eingangsabwassertemperatur vor allem in den Sommermonaten ca. 30 -35 °C nicht übersteigen.

Sollten wie bereits angesprochen langfristig die Voraussetzungen für eine leistungsfähige Verbrennung gegeben sein, so lässt sich der Schlamm aus der Vorklärung und biologischen Behandlung nach entsprechender Entwässerung über Bogensieb und Schneckenpressen mit der Rinde, etc. verbrennen.

Die Abluft wird dabei abgesaugt und als Verbrennungsluft den Kesselanlagen zugeführt.

Die Auslegung der erforderlichen Anlagentechnik für die Abwasserbehandlung sollte unter der Berücksichtigung von Parametern erfolgen, die eine bereits modernisierte Produktionsanlage aufweisen würde:

Abwassermenge	131 m <sup>3</sup> /t Zellstoff (nach russischer Vorschrift) - 22.000 m <sup>3</sup> /Tag (gereinigtes Abwasser)
---------------	--

CSB-Wert 70 kg/t Zellstoff (HELCOM) = 11.795 kg/d

Zielstellung für die Werte des Gesamtabwassers vor der Abwasserreinigungsanlage bezogen auf die gegenwärtige Produktionskapazität von 168,5 t Zellstoff/Tag:

Gesamtabwasser	22.000 m <sup>3</sup> /d	(z. Zt. 55.000 m <sup>3</sup> /d)
CSB-Wert	12 t/d	(z. Zt. 79 t/d)
BSB-Wert	16 t/d	(z. Zt. 6,3 t/d zzgl. Eindampfkondensate)
AFS-Wert	2 t/d	(z. Zt. 8,7 t/d)

Die Anlage muss erweiterungsfähig sein für die volle Kapazität des Werkes, bzw. für die in der Unternehmensstrategie festgelegten Produktionsmengen und technologischen Werte.

Die Einleitung von Teilströmen der schwach belasteten Abwässer in die kommunale Abwasseranlage der Stadt Neman wäre zu untersuchen.

*Der Aufbau einer zentralen Abwasserreinigungsanlage zur Behandlung der Gesamtmenge von gegenwärtig anfallendem Abwasser (ca. 20 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr) ist sowohl wirtschaftlich als auch technisch nicht vertretbar und wäre nur dann sinnvoll, wenn durch Realisierung von Modernisierungsmaßnahmen nur noch ca. 30 % des jetzigen Frischwasserbedarfes notwendig wären. Andernfalls ist die Errichtung einer zentralen Abwasserreinigungsanlage nicht gerechtfertigt.*

Bedingt durch den Handlungszwang (Ergebnisse der Inspektion des Ministeriums für Naturressourcen der Russischen Föderation, Oktober 2002) mit dem Ziel der Reduzierung der Belastung von Produktionsabwässern, wird durch den Anlagenbetreiber als Alternative zur Errichtung einer zentralen Abwasserreinigungsanlage gegenwärtig der Aufbau von lokalen Abwasserreinigungsanlagen zur Behandlung von Teilströmen favorisiert.

Dabei wird zuerst die Errichtung einer Behandlungsanlage für die Bleichereiabwässer angestrebt, da diese maßgeblich zu der Gesamtmenge (ca. 30 %) und dem Gesamtkontaminationsgrad (darunter auch chlorhaltige Substanzen) der Abwässer der Produktionsanlagen beitragen.

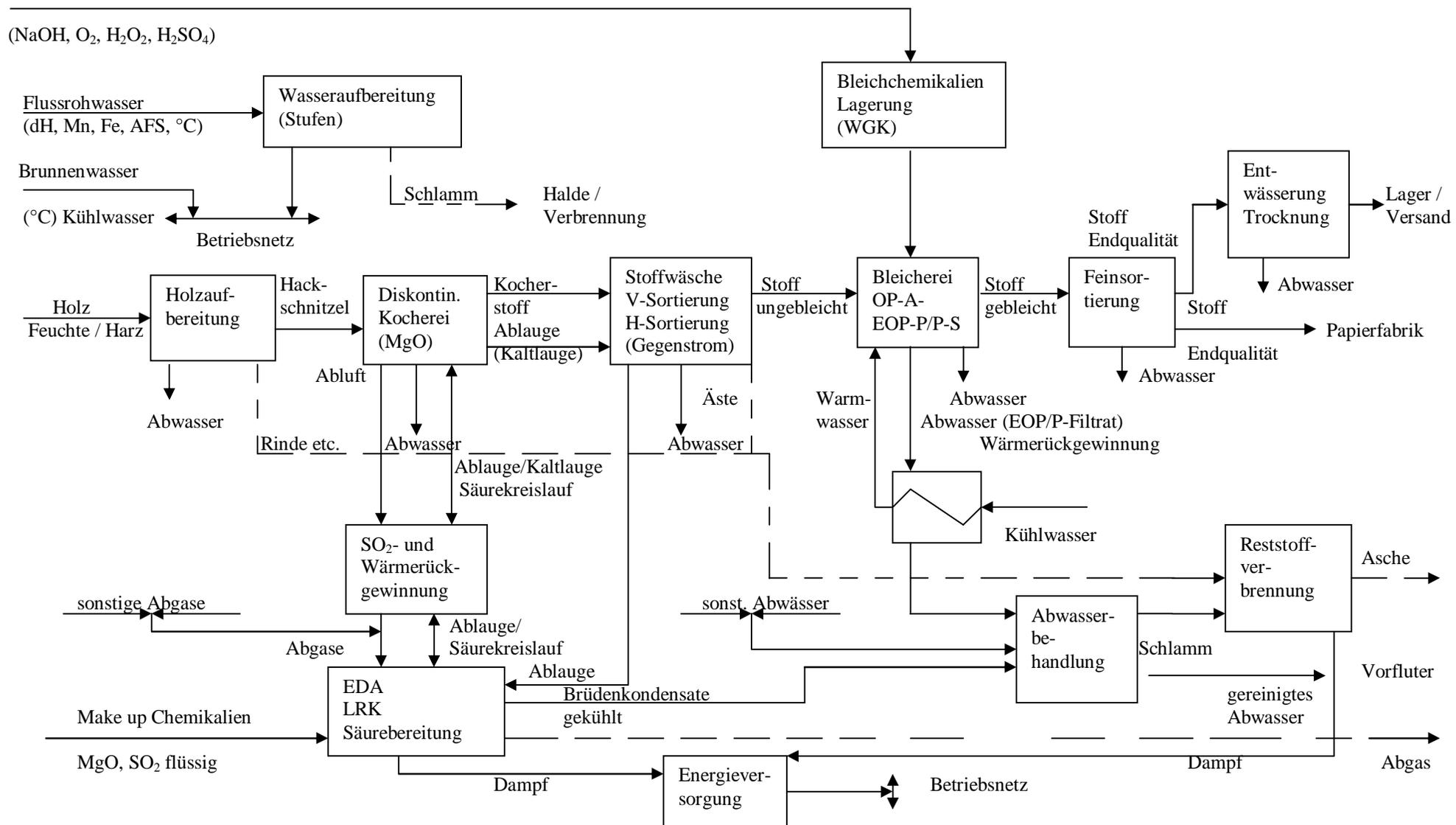
Eine vom Anlagenbetreiber favorisierte Abwasserbehandlungsanlage für die Bleichereiabwässer soll auf dem Einsatz einer Flotationsanlage (der Fa. KWI) basieren. Es wird davon ausgegangen, dass es möglich ist, unter Zugabe von geeigneten Flockungsmitteln die Entfernung von wasserlöslichen chlorhaltigen Stoffen effektiv zu gestalten. Unbeantwortet bleibt dabei die Frage nach geeigneten Wegen der Verwertung, bzw. Behandlung von entstehenden chlorhaltigen Schlämmen. Gegenwärtig wird durch den Anlagenbetreiber kurzfristig eine entsprechende Studie er-

stellt. Ausgehend vom jetzigen Kenntnisstand erscheint diese Maßnahme eher ungeeignet zu sein, um angestrebte Modernisierungsziele zu erreichen.

Als erfolgsversprechend erscheint eine andere, komplexere Herangehensweise zu sein, die durch folgende Merkmale bestimmt wird:

- Realisierung von vorher aufgelisteten kurzfristigen, bzw. mittelfristigen Maßnahmen, die zur Reduzierung der Abwassermenge und -kontamination beitragen können, wie z.B.:
  - o Neugestaltung der Ablaugenerfassung, der Stoffwäsche/Sortierung,
  - o Nutzung der Möglichkeiten zur Reduzierung der Menge des eingesetzten Elementarchlors durch Modernisierung relevanter Produktionsbereiche, wie Wasseraufbereitung, Implementierung der Sauerstoffbehandlung,
  - o Verbesserung der Abaugeverwertung durch die Modernisierung der Futterhefeproduktion,
- Parallel zur Realisierung der genannten Modernisierungsmaßnahmen, die auf eine Reduzierung der Abwassermenge und des Abwasserkontaminationsgrades gerichtet sind, wird die Errichtung einer zentralen Abwasserbehandlungsanlage, deren Kapazität auf 22.000 m<sup>3</sup>/Tag ausgelegt wird, empfohlen.

**Abb. 4.1.1 Zielproduktionschema (Vorschlag) - Sulfit-Zellstoff, gebleicht, TCF – Qualität**  
 Bleichchemikalien



**Tab. 4.1.1 Übersicht Modernisierungsmaßnahmen in den einzelnen Produktionsbereichen**

	Produktionsbereich	Kurzfristig	Mittelfristig	langfristig	Gesamtinvestitionskosten, ca. (Hauptausrüstungen)
1.	Wasseraufbereitung	Aufstellung einer Gesamtwasserbilanz, Wasserkreislaufschließung, Überprüfung der Anlagentechnik, Studie zur Intensivierung der Frischwasseraufbereitung	Aufbereitung von 1/3 des derzeitigen Frischwasserbedarfs (1,5 Mio. €)		1,5 Mio. €
2.	Holzaufbereitung	Überprüfung der Entrindungstrommel, Überprüfung der Hackmaschine Lärmpegel-Messungen	mechanische Rückführung schlecht entrindeter Hölzer (0,6 Mio. €)		0,6 Mio. €
3.	Zellstoff-Kocherei	Optimierung der Kocherlaufzeiten	Umstellung der Kocherheizung (0,6 Mio. €)	Umstellung auf Mg-Base (0,75 Mio. €) Umstellung der Kocherentleerung (0,4 Mio. €)	1,75 Mio. €
4.	Stoffwäsche/Stoffsartierung	Erarbeitung eines Konzepts zur Verbesserung der Ablagenerfassung und Reinigung technologisch bedingter Abwässer	Aufbau mehrstufiger Waschstraße (3 Mio. €) Aufbau Geruchsgasentsorgung	Inbetriebnahme Laugenregenerierungskessel (LRK)	3 Mio. €
5.	Zellstoffbleiche	Konzept zur Umstellung auf chlorfreie Bleiche und Modelluntersuchungen im Labormaßstab Sauerstoff-Vorbleiche (1 Mio. €)	Prozessführung mit ClO <sub>2</sub> , oder Prozessführung mit zwei-stufiger Wasserstoffperoxidbleiche (1 Mio. €)		2 Mio. €
6.	Ablaugebehandlung/-verwertung	Modernisierung der Futterhefeproduktion (geringe Kosten)	Kapazitätserweiterung der Eindampfanlage	Laugenregenerierung mit Chemikalienrückgewinnung (1,2 Mio. €) Dicklauge-Verbrennungsanlage (13 Mio. €) Wasserkreislaufschließung (1,6 Mio. €)	15,8 Mio. €
7.	Abwasserreinigungsanlage	Monitoring der Abwasserqualität (z.B. AOX-Messungen) Studie zur Teilstrom-Abwasserbehandlung Abwasserbehandlungsanlage für Bleichereiabwässer	Reduzierung des Gesamt-abwassers auf 1/3 der derzeitigen Menge	Einsatz mechanisch-biologischer Abwasserbehandlung (16 Mio. €) evtl. Errichtung einer zentralen Abwasserreinigungsanlage	16 Mio. €

#### 4.1.8 Investitionsrahmenplan

Die Erarbeitung des Investitionsrahmenplans erfolgte ausgehend von der Notwendigkeit, die oben aufgezeichneten Modernisierungsmaßnahmen in Orientierung an das BAT-Dokument auf einer langfristigen Basis umzusetzen.

Demzufolge wurde bei der Erarbeitung des Investitionsrahmenplans davon ausgegangen, dass im Werk die Produktion von ca. 80.000 t/a von Papierzellstoff mit einem Weißgrad von 86 % gewährleistet werden soll, die durch folgende Hauptmerkmale charakterisiert wird:

- Umstellung des Bisulfit - Aufschlussverfahrens auf MgO in der Kocherei,
- Einführung der O<sub>2</sub> – Vorbleiche,
- Ablösung des Einsatzes von Elementar-Chlor in der Bleicherei (TCF – Qualität),
- Organisation einer effektiven Chemikalienrückgewinnung,
- Einsatz der mechanisch-biologischen Abwasserreinigung.

Hauptausrüstungskosten setzen sich wie folgt zusammen:

##### *Wasserstation (Frischwasser):*

(von der Option der Nutzung des vorhandenen Reinwasserbehälters mit 600 m<sup>3</sup> Inhalt wird Gebrauch gemacht)

- |   |            |
|---|------------|
| - 1 Flotationsanlage zur Klärung von 35 - 50 Tsd. m <sup>3</sup> /a Flusswasser | 1,0 Mio. € |
| - 1 Mehrschicht-Kiesfilter mit kontinuierlicher Filterspülung                   | 0,5 Mio. € |

##### *Holzaufbereitung:*

- |   |            |
|---|------------|
| - 4 Steigförderer einschl. Stützkonstruktion für die Rückführung von schlecht entrindetem Stammholz an den 4 Entrindungsstrommeln | 0,6 Mio. € |
|---|------------|

##### *Kocherei:*

- |   |             |
|---|-------------|
| - 6 Kochsäure-Vorwärmer                             | 0,6 Mio. €  |
| - Umstellung auf MgO – Base (ohne Rückgewinnung)    | 0,75 Mio. € |
| - 2 Kaltlaugebehälter a 600 m <sup>3</sup> – Inhalt | 0,4 Mio. €  |

##### *Stoffwäsche / Sortierung:*

- |  |            |
|--|------------|
| - 2 Stapelbehälter (Kocherstoff) a 600 m <sup>3</sup> - Inhalt | 0,4 Mio. € |
| - 1 Chemiewäscher (4-stufig)                                   | 1,5 Mio. € |
| - 1 Mischbütte 1200 m <sup>3</sup> –Inhalt                     | 0,4 Mio. € |

- Sortieranlagen (Zentrifugalsortierer / Cleaner)	0,75 Mio. €
<i>Sauerstoff-Vorbleiche:</i>	
- einschl. Luftzerlegungsanlage (in Modulbauweise)	1,0 Mio. €
<i>Bleicherei:</i>	
- 5 Bleichtürme / Wäscher / Eindicker	1,0 Mio. €
<i>Eindampfanlage:</i>	
- 100 % Auslastung der vorhandenen Anlage wird vorausgesetzt, daher keine zusätzlichen Kosten	
<i>Laugenregenerierungskessel:</i>	
Dicklauge – Verbrennungsanlage	13,0 Mio. €.
<i>Chemikalienrückgewinnung:</i>	
- Absorptionsanlage / Rohsäure SO <sub>2</sub> - und Warmenrückgewinnung	1,2 Mio. €
<i>Reststoff – Verbrennungsanlage:</i>	
- Umrüstung der vorhandenen 2 Dampfkessel	0,6 Mio. €
<i>Abwasserreinigung:</i>	
- Mechanisch - biologische Abwasserreinigung (Zellstoff- und Papierfabrik)	16,0 Mio. €
<i>Wasserkreislaufschließung:</i>	
- Rohrleitungen, Armaturen und Pumpen	1,6 Mio. €
<b><i>Hauptausrüstungskosten gesamt:</i></b>	<b>42,45 Mio. €</b>

Erfahrungsgemäß machen neben den Kosten für Hauptausrüstung und Anlagen die Kosten für Nebenanlagen, Behelfsausrüstungen und Bau- sowie Montagearbeiten einen erheblichen Teil der Gesamtmodernisierungskosten aus.

Summa summarum können diese Kosten von ihrer Größenordnung mit den Kosten der Hauptausrüstungen verglichen werden.

ausrüstungen verglichen werden.

Nachfolgend wird eine anhand von Erfahrungswerten in der deutschen Industrie erhaltene Übersicht von etwaigen „begleitenden“ Kosten aufgestellt:

- Nebenanlagen (Mischer, Dampfzuführung, Druckluft, etc.)	5,5 Mio. €
- Instandsetzung / Rekonstruktion vorhandener Anlagen	8,5 Mio. €
- Verbindende Rohrleitungen / Medienbrücken / Isolierungen / Armaturen / Druckerhöhungspumpen	4,5 Mio. €
- MSR - Technik / Klimaanlage / Störungsmeldungen	6,5 Mio. €
- Elektrotechnik / Schaltschränke / Steuerpulte	2,5 Mio. €
- Montagen / Demontagen / Transporte / Anstriche	12,5 Mio. €
- Ersatzteile / Hilfsstoffe / Erstausrüstung	0,5 Mio. €
- Bauliche Anlagen (Fundamente, Auffangräume, Abriss, Betonbehälter)	8,5 Mio. €
- Indirekte Kosten (Planung, Überwachung, Montageleitung, Administration, Inbetriebnahme, Schulung)	4,3 Mio. €

Unter Berücksichtigung der „begleitenden“ Kosten würden sich die Gesamtkosten der Realisierung umfangreicher Modernisierungsarbeiten in den Anlagen von „Nemanskij ZBK“, die es ermöglichen werden, die Anlage auf den modernen Stand der Technik zu bringen und damit die Einhaltung von Umweltschutzanforderungen (z. B. entsprechend der HELCOM – Richtlinie – Abwasserschadstoffkonzentration) zu gewährleisten, auf ca. 90 Mio. € belaufen. Es soll angemerkt werden, dass bei der genannten Summe die Kosten für ein im modernen Betrieb notwendigen Prozessleitsystem noch nicht berücksichtigt wurden.

Auch wenn berechtigterweise vorausgesetzt wird, dass einige Kosten, wie z.B. für Bau, Demontage und Montage in der Russischen Föderation niedriger sein werden, geht es beim Finanzbedarf für eine umfangreiche Modernisierung dennoch um beeindruckende Summen.

Es ist offensichtlich, dass aus Gründen sowohl einer mangelhaften finanziellen Ausstattung, als auch der begrenzten Realisierungszeiten bis zu dem Termin 01.01.2005, nach dem die HELCOM-Richtlinie für die russischen Zellstoffproduzenten bindend wird, sowie infolge der gegenwärtigen wirtschaftlichen Bedingungen Russlands, der Betreiber mit der der Lösung der anstehenden Aufgaben überfordert ist.

Eine Schließung der Betriebe als Reaktion auf die Nichterfüllung von Anforderungen kann sich infolge der sozialen Bedeutung der Werke nicht als tragfähige Restriktion erweisen.

#### **4.1.9 Umsetzung des Modernisierungskonzeptes**

Die Erarbeitung des Modernisierungskonzeptes wurde durch intensive Beratungen mit dem Anlagenbetreiber und Werksbesitzer SZLK Holding aus St. Petersburg begleitet. Die abschließende Beratung und Verabschiedung des Modernisierungskonzeptes erfolgte während der Vorhabensberatung im Kaliningrader Gebiet in Mai 2002 (s. Anlage 4).

Dabei wurde das entwickelte Modernisierungskonzept den Vertretern von föderalen und regionalen Behörden, sowie von NGO`s vorgestellt und als Grundlage für die Realisierung von Modernisierungsmaßnahmen empfohlen.

Bestätigung fanden die Ergebnisse des im Rahmen des Vorhabens entwickelten Modernisierungskonzeptes für die Zellstoffproduktionsanlagen (sowohl im Bezug auf definierte Maßnahmen als auch auf Investitionsrahmen) im nachfolgend erarbeitenden Vorprojekt der Modernisierung.

Ein Vorprojekt wurde im Auftrag des Anlagenbetreibers durch die renommierte kanadische Ingenieurfirma „Sandwell“ erarbeitet. Das Vorprojekt beinhaltet parallel zu Modernisierung der Zellstoffproduktion auch eine umfassende Modernisierung der Papierproduktion mit einem Gesamtinvestitionsvolumen in Höhe von ca. 400 Mio. €.

Besitzer des Werkes - SZLK Holding aus St. Petersburg – verfolgt intensiv das Ziel einer umfassenden Modernisierung und hat im März 2004 einen Rahmenvertrag mit der Sparbank Russlands über die Finanzierung abgeschlossen.

## 4.2 Modernisierungskonzept für die Zellstoffproduktionsanlagen des Sowjetsker ZBS

Die Vorhabenspläne sahen eine Überprüfung der Anwendbarkeit der Grundzüge des Modellkonzepts zur Modernisierung am Beispiel der Industrieanlagen des zweiten Pilotobjekts vor.

Im Rahmen der Vorhabensberatung, die am 23.05.2003 in Kaliningrad durchgeführt wurde, wurde auf Empfehlung der Vertreter von GOSGORTECHNADSOR Russlands als zweites Pilotobjekt zur Überprüfung der Anwendbarkeit des Modellkonzepts zur Modernisierung der Zellstoff- und Papierproduktion mit dem Ziel der Erhöhung der Anlagensicherheit und des Umweltschutzes der Betrieb „Sowjetskij ZBS“ bestimmt.

Der Vorbereitung und Durchführung dieser Projektetappe war das Arbeitstreffen vom 19. – 20.06.2003 im „Sowjetskij ZBS“ gewidmet, an dem, neben den Vertretern der Firma WTTC – Herrn Dr. Sojref und Herrn Graumann – teilgenommen haben:

- Herr Teitelboim – Vorsitzender des Direktionsrates des „Sowjetskij ZBS“,
- Herr Skuba – Direktor des „Sowjetskij ZBS“,
- Herr Roman – Stellv. Leiter der Verwaltung für den Nord-West-Bezirk von Gosgortech-nadsor Russland,
- Frau Vechirko – Vertreterin der Verwaltung von Gosgortech-nadsor für das Gebiet Kali-ningrad.

Nachfolgend wird das Produktionsprofil des „Sowjetskij ZBS“ dargestellt:

Marktzellstoff, gebleicht in Ballenform (80 % TG)	38.000 t/a
Papierzellstoff für integrierte Papierfabrik, gebleicht (Offsetpapier, Tapetenroh-papiere - Tapetenherstellung als Endprodukt 14.500 t/a)	20.000 t/a
Sortier- und Bleichverluste	10.000 t/a
Karton/Kofferkarton, ungebleicht	5.000 t/a
Verpackungskarton, ungebleicht unter Zusatz von Papierabfällen des eigenen Betriebes und der Polygrafie	8.000 t/a
Futterhefe (Eiweiß 42 %, Ausbeute 48 %)	2.800 t/a

### 4.2.1 Wasseraufbereitung (Frischwasser)

Der derzeitige Bedarf an Flussroh-wasser beträgt – 2.780 m<sup>3</sup>/h (ca. 345m<sup>3</sup>/t Zellstoff).

Entsprechend den Forderungen des Russischen Rechts ist das Ziel des Unternehmens die Reduzierung des Wasserbedarfes auf ca. 45 %, d.h. 1.251 m<sup>3</sup>/h, bzw. 155 m<sup>3</sup>/t Zellstoff.

Damit würde sich der Umfang des Abwasseranfalls von 288 m<sup>3</sup>/t auf 131 m<sup>3</sup>/t reduzieren.

Empfehlungen zur Senkung des Wasserbedarfes:

- Aufstellung einer Gesamtwasserbilanz.
- Verbesserte Wasserkreislaufschließung in den Produktionseinheiten und zwischen den Produktionseinheiten.
- Überprüfung der Anlagentechnik in den Bereichen Vor- und Hauptsortierung zur Senkung des Wasserverbrauches (Stoffdichteerhöhung unter Einhaltung des Sortiereffektes).
- Intensive Aufbereitung des Frischwassers zur Senkung des Bedarfes an Bleichchemikalien, d.h.:
  - o Ermittlung der Eingangsparameter des Flussrohwassers (dH, pH-Wert, Mn-, Fe-Gehalt, Temperatur, Schwebestoffe),
  - o Zusatz von geeigneten Flockungsmitteln vor Eintritt des Flussrohwassers in die Klärbecken (Rohwasserpumpen), bzw. von Algenbekämpfungsmitteln in den Sommermonaten bei Wassertemperaturen um 20-25 °C (evtl. Angebotseinholung bei Fa. Buckman Laboratories GmbH).
- Erhöhung der Filtereffekte zur Reinigung des Flussrohwassers:
  - o Bauliche Sicherung der vorhandenen Filteranlagen zur Vermeidung von unkontrollierbaren Wasserverlusten,
  - o Aufstellung von effektiven Mehrschicht-Kiesfiltern mit kontinuierlicher Filterspülung anstelle der 12 Quarzsandfilter,
  - o Aufstellung von Reinwasserbehältern.
- Erarbeitung einer Studie zur Veränderung von Lage und Gestaltung der 4 Abwasserschleusen und des Rohwasser-Einzuges - Minimierung der Stellen des Abwasserausstoßes des Unternehmens.

Bei einer Reduzierung des Rohwassereinsatzes ergeben sich technische und ökonomische Vorteile durch:

- kleinere Anlagentechnik und Baulichkeiten,
- geringeren Chemikalieneinsatz zur Rohwasserklärung,
- Erreichung von spezifischen Wasserqualitäten für Produktions- und Kühlwässer,
- Senkung der Abwassermenge mit dem Ziel des Einsatzes einer effektiven mechanisch-biologischen Abwasserbehandlung.

## 4.2.2 Holzaufbereitung

Rohholzeinsatz 350.000 - 400.000 m<sup>3</sup>/a

Holzart: 100 % Fichtenholz

3 Nassentrindungsstrommeln – Durchmesser 5 m (KB 60)

Das Rindenabwasser und Rindenpresswasser – 300 m<sup>3</sup>/h – werden ungereinigt in den Vorfluter abgeleitet, da eine Reinigung relativ kompliziert ist.

10 Rundholzhackmaschinen ( MRN 100)

- z. Zt. schlechte Hackschnitzelqualität (hoher Grobgutanteil / Holzverluste)
- Nur 70 - 77 % normale Hackschnitzel

Die gegenwärtige Holzausbeute kann infolge der Verlustreduzierung bei den Holz- und Faserstoffen erhöht sein.

Empfehlungen zu Veränderungen des technologischen Regimes der Holzaufbereitung und Sicherung aufschlussfähiger Hackschnitzel in Menge und Qualität

- Überprüfung des Verschleißgrades der vorhandenen Entrindungsstrommeln:
  - o Ermittlung des Entrindungseffektes,
  - o Rindenanhftung führt zu vermehrten Schmutzpunkten im gebleichten Zellstoff,
  - o Ermittlung des Bruchholzanteiles (Faserholzverluste),
  - o Ermittlung des Kurzholz-, bzw. Dünnholzanteiles.
- Überprüfung der Arbeitsweise der vorhandenen Hackmaschinen:
  - o Gegenwärtiger Hackmesserschlifffwinkel, Standzeiten der Hackmesser,
  - o Ermittlung der Gleichmäßigkeit der Hackschnitzel, Stauchschäden, Feinstoffanteil, Aufschlussfähigkeit,
  - o Hackschnitzelsortierung/Feinstoffverluste.
- Umrüstung der Holzaufbereitung auf eine neue effektivere technologische Linie:
  - o Trockenentrindungsstrommel Durchmesser 5 m x 34 m,
  - o 12 - 15 - Messer - Rundholz - Hackmaschine für max. Durchmesser 400 mm Rund- bzw. Scheitholz,
  - o Hackschnitzel - Siebter mit integrierter Grobgut – Nachhackmaschine,
  - o Bruchholz – Rechipper,

- o Trockenrinde, Stifte und Späne zur 100 %-igen Verbrennung für die Warmwasser-, bzw. Dampferzeugung,
- o Einrichtung eines Hackschnitzel – Freilagers, bzw. von Hackschnitzelsilos.

Die Neuanlage gewährt bedeutende technische, ökonomische und ökologische Effekte:

- Reduzierung der technischen Anlagen / Senkung der elektrischen Antriebsleistungen,
- Senkung des Instandhaltungs- und Wartungsaufwandes,
- Steigerung des Anteils der aufschlussfähigen Hackschnitzel / Senkung des Chemikalien-einsatzes bei der Kochung,
- Wegfall der Rindenabwässer und des Rindenpresswassers / Senkung des Wasserverbrau-ches / Wegfall des verschmutzten Abwassers in den Fluss Neman,
- Senkung der Holzverluste durch Nutzung des Grobgutes und des Bruchholzes als Hack-schnitzel, Senkung der Ausgaben für Holz,
- Senkung der organischen Belastung des Flusses Neman,
- Reduzierung der Laufzeiten der Holzaufbereitungsanlagen führt zur Senkung der Lärm-belastung im Unternehmen und für die Bevölkerung der Stadt Sowjetsk.

#### 4.2.3 Kocherei

Der chemische Holzaufschluss erfolgt in 6 diskontinuierlich arbeitenden Bimetall-

Zellstoffkochen à 265 m<sup>3</sup> Inhalt nach dem sauren Na-Sulfit-Verfahren.

Der Kochprozess verläuft in folgenden Phasen:

- Füllen /Evakuieren,
- Besäuern,
- Ankochen/Aufheizen,
- Imprägnieren,
- Hochkochen,
- Fertigkochen,
- Abgasen,
- Ablaugen,
- Leeren.

Empfehlungen zur Erreichung eines optimalen Kochprozesses:

- Untersuchung der Kochphasen (Kocherlaufzeiten) und Vergleich mit Technologien anderer analoger Zellstoffwerke, bzw. zu BVT der EU.
- Untersuchung der Kochsäure-Konzentration - Zusammensetzung , Temperatur, Umwälzung.

- Umrüstung auf die indirekte Kochsäure-Aufheizung durch **Einbau von externen Vorwärmern** für jeden Kocher (Stutzen und Abzugsiebe sind bereits vorhanden):
  - o keine Verdünnung der Kochsäure mehr (Mittlersparnisse),
  - o Kondensatverluste werden reduziert (ca. 2,0 t/Kocher/Kochvorgang)(Mittlersparnisse, Reduzierung der Abwässer),
  - o Vermeidung einer zentralen Überhitzung im Kocher (Erhöhung der Qualität des Kochvorgangs).
- Die vorgesehene Produktionsmenge sollte bei optimaler Kocher-Laufzeit mit 4 Kochern erreichbar sein (Mittelleinsparung).
- Wirkungsweise der Drucksäureanlage zur primären Rückgewinnung des SO<sub>2</sub> aus den Abgasen der Kocherei für die Aufstärkung der Rohsäure.
- Effektivität der Schwefel-Verbrennung zur Senkung der SO<sub>2</sub>-Konzentration der Abgase aus dem Kamin.
- Ablaugen des Kochers mit Hilfe von Kaltlauge mit dem Effekt einer Kühlung und Verdrängung der Urlauge aus dem Kocher (90 ° C/5 % SD).
- Untersuchung der Sicherheitstechnik am Kocher und des Umfanges der Kocherrevison einschl. der Führung von Dokumentationen zur Senkung des Gefährdungspotentials der Druckgefäße.
- Der effektive Waschprozess des Kocherstoffes sollte außerhalb des Kochers in einer separaten Waschstraße (Stoffwäsche) erfolgen.
- Für die Realisierungsmöglichkeit einer vorgezogenen Sauerstoff - Vorbleiche (Sauerstoffde-lignifizierung) im gegenwärtigen Produktionsschema zum Abbau des relativ hohen Lignin-anteils in der Ablauge sollte der Kocherstoff auf die notwendigen Qualitätskennziffern eingestellt werden, so dass in der Folge auf Elementarchlor in der Bleiche verzichtet werden kann.

Für die langfristige Perspektive erscheint es nützlich, die Möglichkeit der Umstellung der Kocherei auf lösliche Mg-Base (Magnesium-Bisulfid-Verfahren) zu untersuchen.

Bei der Realisierung dieses Schritts können folgende Synergie-Effekte erreicht werden:

- wirtschaftliche Chemikalien-Rückgewinnung (Mg/SO<sub>2</sub>) (bedeutende Einsparungen an Ausgaben für Chemikalien),
- Senkung der Umweltbelastung durch weniger Make-up-Chemikalien,

- Dampf- und Energieerzeugung durch eine Ablaugenverbrennung als Vorstufe zur Chemikalien-Rückgewinnung (Eindampfanlage - Laugenregenerierungskessel),
- Qualitätsverbesserung des Zellstoffes unter anderem durch höhere Festigkeiten für Papierzellstoffe.

#### Vergleich der Kochprozesse

	Kochprozess Sowjetskij ZBS	Empfehlung für modifizierten Kochprozess	Empfehlung für optimierten Kochprozess
Base	Na-Sulfit	Na-Sulfit	Mg – Bisulfit
Kochdauer	ca. 12 h	ca. 8 h	ca. 4 h
Temperatur	120 - 130 °C	130 - 140 °C	140 - 160 °C
pH-Wert		1 – 2	3 – 5
Ausbeute		45 - 50 %	50 - 55 %
Festigkeiten		Niedrig	Mittel
Druck	7 - 8 bar (ü)	6 bar (ü)	8 bar (ü)

#### 4.2.4 Stoffwäsche

Die gegenwärtige Technologie der Sowjetskij ZBS zur Ablaugenerfassung beinhaltet neben der Verdrängung der verbrauchten Kochflüssigkeit (Urlauge) aus dem Kocher (ca. 145 m<sup>3</sup>/Kocher - Hefeerzeugung) nur noch eine mehrmalige Diffuseurwäsche, so dass nur ein Ablaugenerfassungsgrad von 60 - 65 % erreicht wird.

Der Ablaugenanteil, der nicht verheft wird, belastet infolge einer fehlenden weiteren Ablaugenverwertung im erheblichen Maße den Fluss Neman (CSB - / BSB - Werte), denn Sulfitablaugen sind aktive Sauerstoffverbraucher. Der im ungebleichten Zellstoff verbleibende Ablaugenanteil (ca. 35 - 40 %) erfordert erhebliche Bleichchemikalien mit hoher Intensität.

Ein wirtschaftlicher Bleichprozess erfordert deshalb eine Ablaugenerfassung in der Stoffwäsche von 95 - 98 %. Der Bereich Stoffwäsche dient der max. Erfassung der Ablauge aus dem Kocherstoff, dabei sollte nach dem Gegenstromprinzip in Waschaggregaten der Zellstoff von der Ablauge und dem Restschwefeldioxid getrennt werden. Gleichzeitig erfolgt eine Sortierung des Stoffes bei der Äste und unaufgeschlossenes Holz, etc. abgeschieden werden. Hierbei ist ein effektiver Wasserkreislauf unter Einbeziehung von Filtraten und die Erzeugung von Kaltlauge zur Kühlung und Verdrängung des Kocherstoffes im Kocher anzustreben.

Empfehlungen zur erhöhten Ablaugenerfassung und zur Senkung der Wasserfracht:

- Aufbau einer **mehrstufigen Waschstraße** (evtl. Hersteller: NIICHIMMASCH, SUNDS Defibrator)

- Konzeption für die weitere Schließung des Wasserkreislaufes unter Verwendung von Filtern der Bleicherei
- Einsatz einer Stoffdichte- und -mengenregelung (Mittelkonsistenzbereich)
- Erfassung der technologisch bedingt anfallenden Abwässer (Leckagen, Spritzwasser, Sperrwasser, Reinigungsabwässer) und Weiterleitung zur Abwasserbehandlungsanlage
- Aufbau einer Geruchsgasentsorgung durch Kapselung der mehrstufigen Waschstraße
- Die erhöhte Ablaugenerfassung sowie die Reduzierung des Restschwefeldioxides gestattet bei der im Unternehmen geplanten Inbetriebnahme der Eindampfanlage (Trocknung) der Ablauge eine Verkaufsteigerung bei den technischen Lignosulfonaten. Langfristig erscheint es nützlich die Voraussetzungen für eine thermische Verwertung mittels Verbrennung, mit dem Ziel der Dampf- und Energieerzeugung, zu untersuchen.

#### 4.2.5 Zellstoffbleiche

Die Bleichanlagen werden durch eine Folge chemischer Stufen charakterisiert, die zur Einstellung der erforderlichen Qualitätsparameter, vor allem des Weißgrades des Zellstoffs notwendig sind, dabei wird das gefärbte Lignin entfernt (Delignifizierung).

Im Betrieb „Sowjetskij ZBS“ wird gegenwärtig noch intensiv mit Chlor gebleicht, und zwar in der Bleichfolge D/C-E-C-E--H-H-S.

Die Situation bezüglich der Qualität der Abwässer kann bei Verzicht auf die Anwendung von Elementarchlor beim Bleichen (ECF - Technologie) verbessert werden, wofür im Unternehmen eine Reihe objektiver Vorbedingungen existiert.

Maßnahmenvorschlag:

- Vorschalten einer **Sauerstoffvorbleiche** (kurz-, mittelfristige Maßnahme) als Alternative in der gegenwärtigen Produktionskette mit Ablösung der Bearbeitung mit Elementarchlor (hoher Anteil an Lignin im Kocherstoff, da eine effektive Stoffwäsche und Stoffsortierung fehlen).
- Angebotsvorbereitung für eine wirtschaftliche Luftzerlegungsanlage (O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>) (z.B. der Fa. Linde).
- Langfristig erscheint es nützlich die Zweckmäßigkeit des Übergangs zur Produktion von ECF/FCF – Zellulose, wobei man sich darüber im Klaren sein muss, dass die Realisierung solcher Modernisierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen für die Arbeit der russischen Unternehmen (Fehlen günstiger langfristiger Kredite) außerordentlich erschwert wird.

- Erhöhung der Stoffdichten im Mittelkonsistenzbereich (10 - 12 % SD) in Verbindung mit dem Einsatz von MC-Mischern vor den Dickstoffpumpen zur Verbesserung des Bleicheffektes in den einzelnen Stufen.

#### **4.2.6 Wärmerückgewinnung**

Die Anlage besteht aus Wärmetauschern und Pumpen.

Sie dient der Kühlung der Filtratströme der Bleicherei und der Brüdenkondensate der Eindampfanlage vor der Abwasseraufbereitung.

Das erwärmte Kühlwasser kann eingesetzt werden im Wasserkreislauf als Prozesswasser, z.B. in der Bleicherei und der Weichwasseranlage (Kesselspeisewasser).

Empfehlungen für die verbesserte Arbeitsweise der Wärmerückgewinnung:

- Ermittlung der Filtratmengen sowie der auftretenden Temperaturen für die Auslegung der Wärmetauschereinheiten zur Senkung der Temperaturen auf ca. 35 °C
- Prozessoptimierung zur Senkung der zu kühlenden Abwassermengen
- Der Kühlwasserbedarf muss durch gefiltertes und gekühltes Rohwasser gedeckt (unter Beachtung der Temperaturgefälle) werden.
- Die Abwassertemperaturen nach der mechanisch-biologischen Reinigung sollten in Abhängigkeit der Gewässer in den Sommermonaten 30 °C nicht überschreiten.
- Zu beachten sind die Verkrustungen der Wärmetauscher durch die organischen Substanzen aus dem Kochprozess.
- Die Spülung der Wärmetauscher kann mit verdünnter Salpetersäure erfolgen (Spülanschlüsse anordnen).

#### **4.2.7 Eindampfanlage (EDA), Laugenregenerierungskessel (LRK), Chemikalienregenerierung**

Bei der gegenwärtigen Technologie wird die direkt vom Kocher abgezogene Ur-lauge mitunter auch nur zu einem Teil für die Futterhefeproduktion verwendet.

Die Eindampfanlage ist stillgelegt, da neben Aufbau und Inbetriebnahme eines nachgeschalteten Sprühtrockners für Lignosulfone auch die Umstellung der Dampferzeugung von Heizöl auf Erdgas noch aussteht (es wird intensiv an der Umstellung der Produktion auf Erdgas gearbeitet).

Dieser Umstand ist ökologisch bedenklich, da die Ablauge zum überwiegenden Teil unzureichend geklärt in den Vorfluter des Flusses Neman abgeleitet wird. Nach Informationen des Betreibers wird die Eindampfanlage demnächst wieder in Betrieb genommen.

Dies drückt sich schon aus in der bestehenden Praxis, dass 4 separate Abwasserschleusen angeordnet sind.

Damit wird nicht nur die Messung der CSB- und BSB-Werte zur Kontrolle der Abwasserqualität, sondern auch deren Einhaltung erschwert.

Diese Werte sind aber gemeinsam mit dem AOX-Wert aussagefähig für die Belastung des Flusses Neman, der durch seine Lage als Grenzfluss zu einer EU-Außengrenze einer ständigen Kontrolle unterliegt.

Aus diesem Grunde ist die Organisation einer effektiven Verarbeitung der Ablauge zu Lignosulfonat (vom ökonomischen und ökologischen Standpunkt) dringend notwendig.

Entscheidend für die zukünftige Entwicklung und ökonomischen Kennziffern ist die Entwicklungsstrategie des Werkes „Sowjetskij ZBS“:

- Wiederaufnahme der Produktion von technischen Lignosulfonaten (wenn deren Absatz gewährleistet ist).
- Steigerung der Kapazität der **Eindampfanlage** durch Neubau, bzw. Erweiterung, wobei ebenfalls die Dünnlauge der neu zu konzipierenden Stoffwäsche einbezogen werden muss.
- Langfristig **Aufbau eines Laugenregenerierungskessels** zur Erzeugung des erforderlichen Betriebsdampfes, bzw. zur Elektroenergieerzeugung. Der Aufbau eines Laugenregenerierungskessels ist wirtschaftlich verbunden mit der Organisation der **Chemikalien - Regenerierung**.
- Voraussetzungen für eine wirksame Abwasserbehandlung zur Erreichung der Grenzwerte entsprechend der HELCOM - Richtlinie 17/9 sind:
  - Effektive Ablaugenverwertung (das Unternehmen verfügt über eine Eindampfanlage), somit spürbare Erhöhung des Extraktionskoeffizienten,
  - elementarchlorfreie Bleiche,
  - Bau von Wasserreinigungsanlagen, was zur Reduzierung des Verschmutzungsgrades sowie der Quantität der Abwässer auf Grund der Realisierung von entsprechenden Maßnahmen zur technologischen Modernisierung der Anlagen und der Organisation geschlossener Wasserkreisläufe führt.

#### 4.2.8 Abwasserreinigungsanlage

##### *Ausgangssituation*

Gegenwärtige Abwassermenge

= 288 m<sup>3</sup>/t Zellstoff bei

19.500 Tm<sup>3</sup>/a

67.620 Tsd. t/a Zellstoff

bei 193 t Zellstoff /d = 55.640 m<sup>3</sup>/d Abwasser  
 es fallen somit durchschnittlich 2.320 m<sup>3</sup>/h Abwasser an.

Gegenwärtige Abwasserfracht bei ca. 2.320 m<sup>3</sup>/h Abwasser

CSB = 2.754 kg/h

BSB<sub>5</sub> = 400 kg/h

AOX wird nicht gemessen (per Gesetz in der Russischen Föderation nicht vorgeschrieben).

Empfehlungen für die Senkung der Abwasserfrachten:

- Erfassung der Parameter für eine mehrstufige Restabwasserreinigung der 3 Hauptströme
  - Schwachbelastete Abwässer (Kocherei/ Stoffwäsche, Sortierung, Entwässerung)
  - Bleichereiabwässer
    - Gemisch aller in der Bleicherei anfallenden Abwässer
  - Eindampfkondensate.
- Schwachbelastete Abwässer sollten mechanisch vorgereinigt und anschließend gemeinsam mit den Bleichereifiltraten chemisch-physikalisch gereinigt werden.
- Die Bleichereiabwässer sind dabei vorher zu neutralisieren.
- Die Eindampfkondensate sollten gestrippt und vorneutralisiert werden.
- Die Abwasserströme sollten danach zusammengeführt, feinneutralisiert und in einer aeroben Biologie behandelt werden.
- Es ist möglich, ein **reinsauerstoffbiologisches Verfahren** anzuwenden. Hierbei darf die Eingangsabwassertemperatur vor allem in den Sommermonaten 37 °C nicht überschreiten.
- Sollten die Voraussetzungen für eine leistungsfähige Verbrennung gegeben sein, so lässt sich der Schlamm aus der Vorklärung und Biologie nach entsprechender Entwässerung über Bogensieb und Schneckenpressen mit der Rinde, etc. verbrennen.
- Zur Vermeidung von Geruchsbelästigungen sollten die Anlageneinheiten abgedeckt werden. Die Abluft wird abgesaugt und als Verbrennungsluft den Kesselanlagen zugeführt.
- Angebotseinholung für die erforderliche Anlagentechnik unter den Voraussetzungen:
  - Abwassermenge 131 m<sup>3</sup>/t Zellstoff (Russisches Recht) - 25.280 m<sup>3</sup>/d (gereinigtes Abwasser)
  - CSB-Wert 70 kg/t Zellstoff (HELCOM) = 13.510 kg/d
- Zielstellung für die Werte des Gesamtabwassers vor der Abwasserreinigungsanlage bezogen auf die gegenwärtige Produktionskapazität von 193 t Zellstoff/Tag:
  - Gesamtabwasser 25.280 m<sup>3</sup>/d (z. Zt. 55.640 m<sup>3</sup>/d)

CSB-Wert	13,5 t/d	(z. Zt. 66,1 t/d)
BSB-Wert	0,4 t/d	(z. Zt. 9,6 t/d +Eindampfkondensate)

- Die Anlage muss erweiterungsfähig sein für die volle Kapazität des Werkes, bzw. für die in der Unternehmensstrategie festgelegten Produktionsmengen und technologischen Werte.

#### 4.2.9 Maßnahmekatalog

Im Ergebnis der detaillierten Untersuchungen des Produktionsprozesses der Zellstofferzeugung sowie unter Beachtung der umweltrelevanten Anforderungen wurde ein **Maßnahmekatalog** (nachfolgend in der Tab. 4.2.1 dargestellt) eines **Modernisierungskonzeptes** erarbeitet.

Auf Grund des vorgegebenen Zeitrahmens durch das HELCOM-Abkommen und der finanziellen Erfordernisse wurden die Einzelmaßnahmen in kurz-, mittel- und langfristig zu realisierenden Maßnahmekomplexen zugeordnet.

#### Kurzfristige Maßnahmen

1. Umweltrelevante, zwingend kurzfristig zu realisierende innerbetriebliche z.T. organisatorische Maßnahmen und gezielte Klein-Investitionen in den Produktionsabteilungen bei **Ablösung der Elementar-Chlor-Bleichstufe** (ECF - Zellstoff) und Einführung einer **Sauerstoffdelignifizierung** des ungebleichten Kocherstoffes und **Wiederinbetriebnahme der Lignosulfonatherstellung**. Die Arbeiten für den Verzicht auf die Anwendung von Elementarchlor beim Bleichen sind sowohl kurz-, als auch mittelfristige Maßnahmen.
2. Der Instandhaltungs- und Investitionsbedarf bewegt sich in der Kostenklasse von 2 bis 4 Mio. EUR.
3. Der Realisierungszeitraum umfasst 1 bis 3 Jahre.

#### Mittelfristige Maßnahmen

1. Umweltrelevante Maßnahmen, die eine gewisse Projektierungs- und Realisierungsphase erfordern, und bereits im Zeitraum der kurzfristigen Maßnahmen vorbereitet werden müssen. Diese Investitionsmaßnahmen beziehen sich auf die maßgebenden Produktionsabteilungen zur Senkung der Abwasserlast durch maximale **Ablaugenerfassung** und beinhalten:
  - Realisierung der maximal möglichen **Entnahme der Ablauge**,
  - Laugenverwertung – die Produktion modifizierter Lignosulfonate
  - weitere Schließung des Wasserkreislaufs in der Bleicherei
  - Übergang zur Trockenentrindung.

2. Der Investitionsumfang beträgt ca. 16 bis 20 Mio. EUR.
3. Der Projektierungs- und Realisierungszeitraum umfasst 3 bis 6 Jahre.

### **Langfristige Maßnahmen**

- ❖ Vollendung der Rekonstruktion des Bereiches Wasseraufbereitung
- ❖ Organisation des Verbrennens der Produktionsabfälle
- ❖ Bau der Ausgleichs- und Sammelbehälter für den Kocherstoff
- ❖ Gewährleistung der Behandlung des gesamten Abwasserumfangs des Unternehmens (Bau einer mechanisch-biologischen Abwasserreinigung)
- ❖ Der Vorbereitungs-, Projektierungs- und Realisierungszeitraum umfasst 6 bis 10 Jahre

Produktionsbereich	Kurzfristig	Mittelfristig	Langfristig	Investitionskosten für Hauptausrüstungen (ca.)
Wasserstation	Aufstellung einer Gesamtwasserbilanz (Wasserkreislaufschließung), Überprüfung und Instandsetzung der Anlagentechnik. Studie zur Intensivierung der Frischwasseraufbereitung	Kontrollregimes zur systematischen Spülung der vorhandenen Quarzsandfilter	Aufstellung von Mehrschicht-Kiesfiltern (0,5 Mio. EUR) Aufstellung von Schlammendickern (0,5 Mio. EUR)	1,0 Mio. EUR
Holzaufbereitung	Überprüfung der Entrindungstrommeln (Holzverluste). Überprüfung der Hackmaschinen (Feinstoffanteile). Abwassersedimentation.	Umstellung auf Trockenentrindung mit integrierter Hackmaschine 1. BA (1,5 Mio. EUR + 0,8 Mio. EUR)	Reststoff-Verbrennung (Umrüstung vorhandener Dampfkessel) (0,6 Mio. EUR)	2,9 Mio. EUR
Zellstoff - Kocherei	Optimierung der Kocherlaufzeiten und Kocherausbeute. Verdrängungswäsche mit Kaltlauge anstelle Frischwasser	Indirekte Kochsäure - Aufheizung (Vorwärmer) (0,6 Mio. EUR) Kaltlaugebehälter (0,4 Mio. EUR)	Umstellung auf Mg-Base(0,75 Mio. EUR) Umstellung auf Koherentleerung (0,4 Mio. EUR)	2,15 Mio. EUR
Stoffwäsche / Stoffsartierung	Erarbeitung eines Konzeptes zur Verbesserung der Ablaugenerfassung und Sortierung des Kocherstoffes Rekonstruktion vorhandener Sortieranlagen	Aufbau einer mehrstufigen Waschstraße (3 Mio. EUR). Sortieranlagen (0,75 Mio. EUR) Aufbau einer Geruchsgasentsorgungsanlage	Aufstellung von Stapelbehältern für Kocherstoff und als Mischbüten (0,8 Mio. EUR) Wasserkreislaufschließung (0,6 Mio. EUR)	5,15 Mio. EUR
Zellstoff - Bleiche	Konzept zur Umstellung auf chlorfreie Bleiche. Aufbau einer Sauerstoffvorbleiche (1,0 Mio. EUR). Ablösung der Elementar-Chlor -Bleichstufe	Erzeugung von ECF -Zellstoffen Wasserkreislaufschließung (1,0 Mio. EUR)	Umstellung auf chlorfreie Bleiche (TCF -Zellstoff); Änderung der Bleichtechnologie; (Sauerstoff/Peroxid -Stufen) (6,0 Mio. EUR)	8,0 Mio. EUR
Ablaugenbehandlung / Ablaugenverwertung	Wiederinbetriebnahme der Eindampfung und Lignosulfonat - Herstellung Intensivierung der Futterhefeproduktion	Kapazitätsauslastung der vorhandenen Eindampfanlage, Wärmerückgewinnung, Sprühtrockner für Futterhefe(0,6 Mio. EUR)	Laugenregenerierung mit Dicklaugenverbrennung (13,0 Mio. EUR) Chemikalienrückgewinnung (1,2 Mio. EUR)	14,8 Mio. EUR
Abwasserreinigungsanlage	Kontinuierliche Abwasserkontrolle (Meldesystem); Studie zu lokalen und zentralen Abwasserbehandlungen; Studie Abwasserschleusen	Aufbau eines Abwassersammelbehälters einschl. Rohrleitungssystem (1,0 Mio. EUR)	Aufbau einer mechanisch-biologischen Abwasserreinigungsanlage, Schlammendickung, Geruchs-Gas-Entsorgung (16,0 Mio. EUR)	17,0 Mio. EUR

Tab. 4.2.1

In Anbetracht der Notwendigkeit, kurzfristig die Umweltbelastung durch Zellstoffproduktionsanlagen und nach fehlenden Möglichkeiten die Finanzierung für die Realisierung einer umfangreichen Modernisierung zur Stande zu bringen, hielten es die Projektverantwortlichen und das Management des Betriebes für notwendig, einen entsprechenden Managementplan aufzustellen. Der nachfolgend aufgeführte Managementplan wurde während der Vorhabensberatung im Oktober 2003 in Kaliningrad dargestellt und durch die Beratungsteilnehmer verabschiedet.

Dieser Managementplan beinhaltet die vorrangigen Maßnahmen, mit deren Umsetzung – wie z.B. Wiederinbetriebnahme der Laugenverwertungsanlage zu dem Zeitpunkt der Erstellung des Abschlussberichtes angefangen wurde:

- ❖ Organisation des Prozesses der Laugenverarbeitung - Wiederinbetriebnahme der Lignosulfonat - Herstellung, um vor allem die gegenwärtig anfallende Ablauge (z.Zt. 65 %) vollständig zu verwerten.
- ❖ Verringerung der Abwassermenge und des Chemikalieneinsatzes durch Optimierung der Kocherlaufzeiten. Prüfung ob mit 4 Kochern die erforderliche Zellstoffmenge erzeugt werden kann.
- ❖ Verringerung des Dampf- und Chemikalieneinsatzes durch Anschluss externer Vorwärmer für die Kocherlauge an den Zellstoffkochern.
- ❖ Umstellung von Nass- auf Trockenentrindung (10 % Abwassersenkung). Erreichbare Senkung der **CSB/BSB-Werte**.
- ❖ Ersatz der Elementar-Chlor-Bleichstufe durch Aufbau einer Sauerstoff-Vorbleiche (inklusive einer Luftzerlegungsanlage). Erreichbare Senkung des **AOX-Wertes**.
- ❖ Verringerung der Bleichchemikalien durch Vorbereitung und Aufbau einer Grob- und Feinsortierung für den Kocherstoff.
- ❖ Aktualisierung des Plans der innerbetrieblichen Rekonstruktion und Instandhaltung vorhandener Anlagen (General- und Großreparaturzeiträume).

Gegenwärtig (März 2004) werden im Werk abschließende Arbeiten zur Wiederinbetriebnahme der Anlage zur Lignosulfonat – Herstellung durchgeführt. Dies wird zu einer spürbaren Verbesserung der Abwasserqualität führen.

Während der im Januar 2004 durchgeführten Beratung mit dem Werksbesitzer hat die russische Seite um Unterstützung bei der Realisierung der dringlichsten Modernisierungsschritten gebeten, die im oben beschriebenen Managementplan beinhaltet sind.

## **5. Erweiterung von Check-Listen für den anlagenbezogenen Gewässerschutz für den Einsatz in der Zellstoffindustrie.**

### **5.1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung**

Die Checklisten für die Untersuchung und Beurteilung des Zustandes von Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen und Zubereitungen wurden zur Umsetzung der Empfehlungen von IKSR, IKSD und IKSE unter der Federführung des Umweltbundesamtes entwickelt.

Aufbauend auf der Analyse des Umganges mit wassergefährdenden Stoffen dienen diese Checklisten als:

- Kontrollinstrument in Bezug auf die Umsetzung der Anforderungen der nationalen Gesetzgebung und Empfehlungen internationaler Organisationen
- Hilfsmittel zur Erstellung eines Modernisierungskonzeptes, basierend auf Maßnahmenkatalogen mit kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen zur Erreichung des modernen Standes der Technik
- Datenbank für die Kontrolltätigkeit der Aufsichtsbehörden und die Gefahrenabwehr
- Grundlage für Betriebsanweisungen im Rahmen der Überwachungs-, Instandhaltungs-, sowie Melde- und Alarmpläne zur Anlagensicherheit und Störfallvorsorge

Diese Checklisten sind von Anfang an als ein „living document“ konzipiert worden und sollen weiterentwickelt, bzw. aktualisiert werden.

Eine Weiterentwicklung der Check-Listen, die bisher als branchenunspezifische Check-Listen vorlagen, ist deren Spezifizierung für konkrete Industriebranchen, die durch einen intensiven Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und Zubereitungen gekennzeichnet sind, und zu denen zweifellos auch die Zellulose- und Papierindustrie gehört.

Diese Spezifizierung ist insbesondere beim Einsatz von Check-Listen für die Erstellung von Modernisierungskonzepten von veralteten Betrieben, die eine technologische Modernisierung bedürfen, unabdingbar.

Die Erarbeitung eines Vorschlages zur Ergänzung von Check-Listen für die Untersuchung und Beurteilung des Zustandes von Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen und Zubereitungen für den Einsatz in der Zellulose- und Papierindustrie (s. Anlage zum Bericht) war eines der Hauptziele des Vorhabens.

Grundlage für die Erarbeitung eines entsprechenden Vorschlages bildeten die Ergebnisse der Ist-Stand Analyse der zwei Pilotanlagen im Kaliningrader Gebiet und deren Validierung unter Berücksichtigung von BREF für Zellstoff- und Papierindustrie und Erfahrungen bei der Modernisierung entsprechender Anlagen in Deutschland.

Gleichzeitig war es notwendig, eine Struktur von erweiterten Check-Listen mit einem Branchenbezug vorzuschlagen, die auch für andere Branchen angewendet werden kann: d.h. die Struktur der erweiterten Checklisten sollte nach Möglichkeit branchenunspezifisch gestaltet werden.

Demzufolge wurde vorgeschlagen, die vorhandenen Check-Listen als „Basis“ – Check-Listen, für die jeweils für unterschiedliche Funktionseinheiten (Abdichtungssysteme, Abwassersysteme, Rohrleitungen etc.) zu nutzen und diese durch „Informations-“ und „Technologische“ Bestandteile zu ergänzen. Außerdem war es notwendig, einen Algorithmus für einen abgestimmten Einsatz dieser drei Blöcke von Check-Listen zu entwickeln.

Die Struktur der erweiterten Check-Listen, der Inhalt von zusätzlichen „Informations-“ und „Technologischen“ Check-Listen, sowie der Anwendungsalgorithmus für die Erarbeitung eines Modernisierungskonzeptes werden nachfolgend dargelegt.

## **5.2 Struktur und Anwendungslogarithmus der erweiterten Check-Listen**

Die Grundlage für die Darlegung von möglichen kurz-, mittel- und langfristig zu realisierenden Maßnahmen bildete das im Rahmen der Realisierung von Vorgaben der EU Direktive 96/61/EC (IPPC) erstellte „Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry“. Darüber hinaus wurden branchenspezifische Vorgaben der nationalen Vorschriften sowie auch die Richtlinien und Empfehlungen von internationalen Organisationen (z.B. HELCOM – Empfehlung 17/9 „Reduction of Discharges from the Sulphite Pulp Industry“, 13.3.1996) berücksichtigt.

Dabei wurden die Kriterien zur Zuordnung von Maßnahmen zu den kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen aus den „Basis“ – Checklisten übernommen.

Ergänzende branchenspezifische Check - Listen bestehen aus zwei Teilen (s. Bild 5.2.1):

- „Information – Check - Listen“ und
- „Technologische Check - Listen“.

„**Information Check - Listen**“ wurden entwickelt mit dem Ziel, eine ganzheitliche Betrachtung der angewendeten Produktionstechnologien und des Standes des Umgangs mit wassergefährdenden Stoffen in einer Produktionsanlage, sowie eine Definition der Modernisierungsziele zu ermöglichen und bestehen aus den Checklisten mit Informationen über:

- die Produktionsstätte (Checkliste ZI.1) – mit den relevanten Angaben zu Umfang und Art der Produktion,
- über verwendete für die Zellstoffproduktion spezifische wassergefährdende und gefährliche Stoffe und Zubereitungen (Checkliste ZI.2) sowie über
- die abwasserbezogenen Emissionswerte bei einem regulären Betrieb (Checkliste ZI.3).

„**Technologische Checklisten**“ bestehen aus den Checklisten zum Abgleich der in der Anlage implementierten Technologien mit BAT (Checkliste ZT.0) und aus den Checklisten für die einzelnen relevanten Produktionsbereiche. Maßgebend für die Zellulose-Industrie sind die folgenden Produktionsbereiche

- Wasseraufbereitung (Frischwasser) (Checkliste ZT.1),
- Holzaufbereitung (Checkliste ZT.2),
- Zellstoff – Kocherei (Checkliste ZT.3),
- Stoffwäsche/Sortierung (Checkliste ZT.4),
- Abaugenerfassung (Checkliste ZT.4),
- Stoffwäsche/Sortierung (Checkliste ZT.4),
- Abaugenbehandlung (Checkliste ZT.5)
- Zellstoffbleiche (Checkliste ZT.6),
- Abwasserreinigung (Checkliste ZT.7).

Abb. 5.2.1 Struktur der ergänzenden Check - Listen

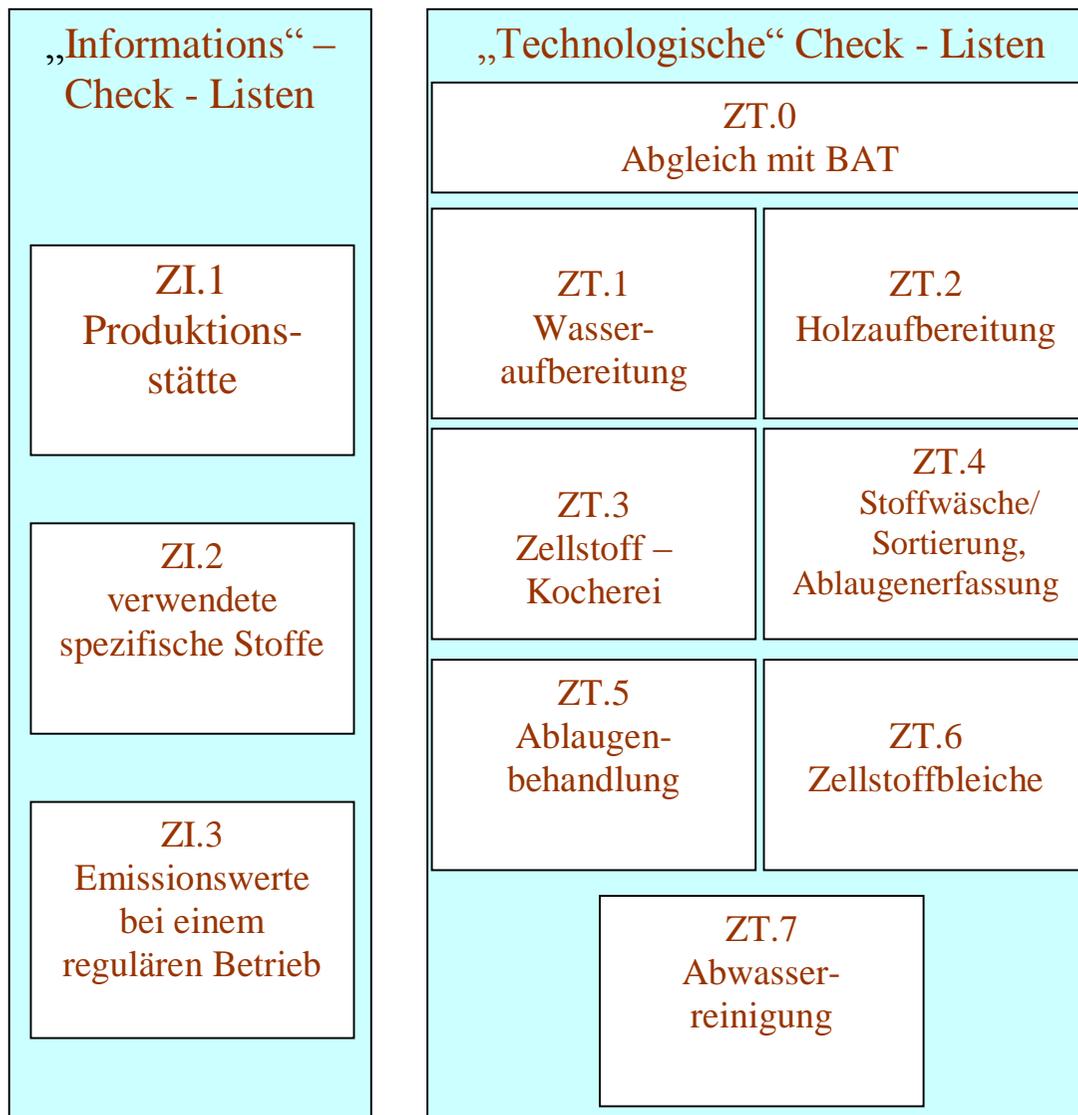


Abb. 5.2.2 Algorithmus der Anwendung von Checklisten

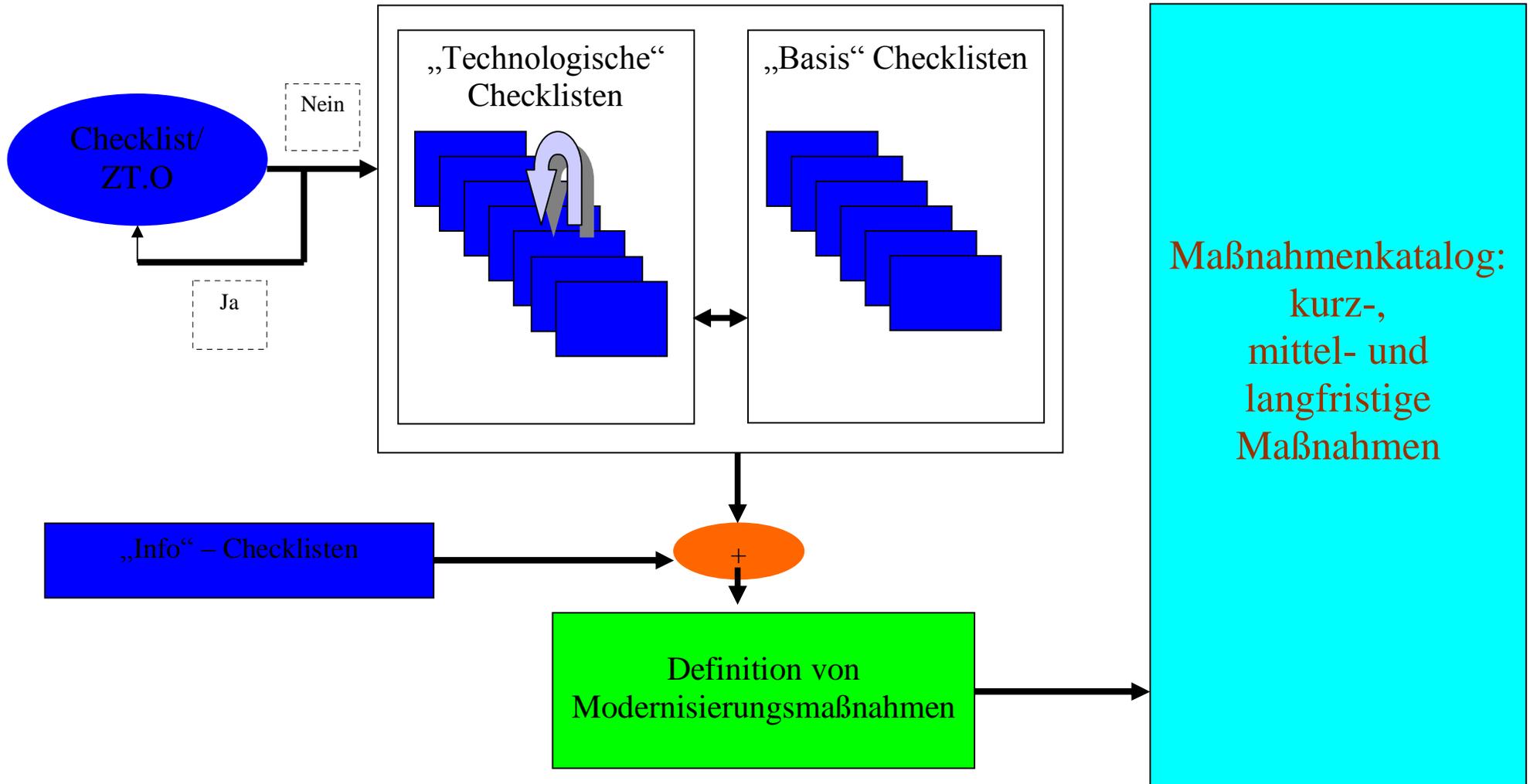
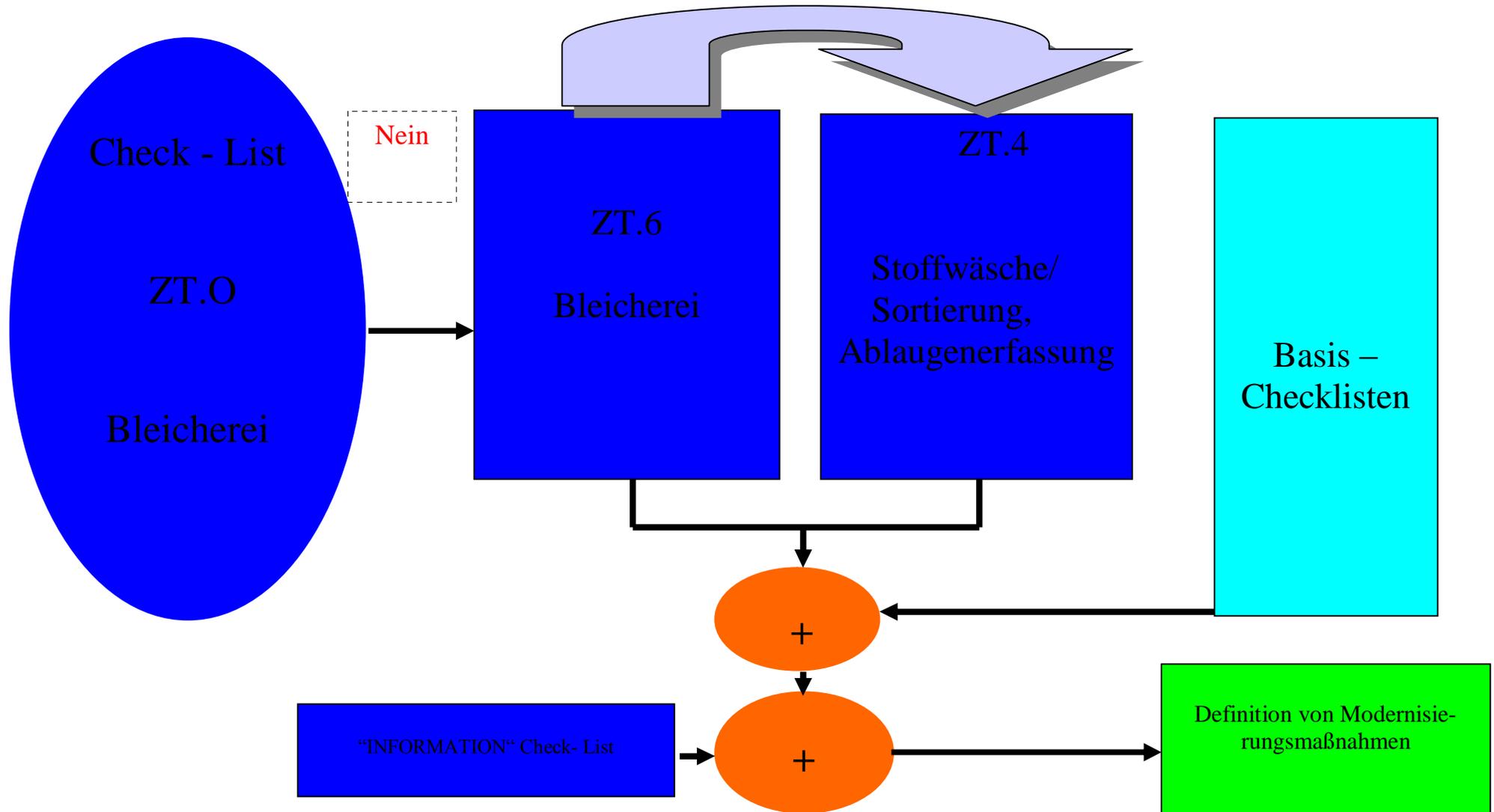


Abb. 5.2.3 Beispiel der Anwendung von erweiterten Checklisten für den Produktionsbereich „Bleicherei“



## 6. Ergebnisse der Abschlussberatung

Datum: 28.05.2004

Tagungsort: St. Petersburg - Puschkin, Gebiet Leningrad, Russische Föderation  
ul. Radichscheva 4,  
Schulungszentrum für Führungskräfte

Teilnehmer: Vertreter des Bundesamtes für technologische Aufsicht der Russischen Föderation, des Bundesumweltministeriums und des Umweltbundesamtes Deutschlands, der Zellstoff- und Papierproduktionsbetriebe Russlands, der Firma WTTC (Berlin), des Russischen Zentrums für Chlorsicherheit (Moskau), des Institutes für Industriesicherheit, Arbeitsschutz und soziale Partnerschaft (St. Petersburg), sowie Vertreter weiterer Organisationen und Firmen.  
Teilnehmerliste ist als Anhang beigefügt.

Gegenstand der Abschlussberatung war die Präsentation der maßgebenden Etappen und der wichtigsten Ergebnisse des deutsch-russischen Kooperationsvorhabens „Technologietransfer zur Verbesserung der Anlagensicherheit und des Umweltschutzes in der russischen Zellulose- und Papierindustrie“.

Das Projekt wurde entsprechend dem Beschluss der Leitgruppe zur Umsetzung des deutsch-russischen Regierungsabkommens über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Umweltschutzes und der Arbeitsgruppe zur Realisierung des Abkommens „Technologietransfer, Cleaner Production, Anlagensicherheit“ im Rahmen des Beratungshilfeprogramms des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit für die Staaten Mittel- und Osteuropas durchgeführt.

Die Teilnehmer der Abschlussberatung unterstrichen, dass den Fragen der Erhöhung der Anlagensicherheit und Reduzierung der Umweltbelastung durch Zellstoffproduktionsanlagen, bedingt durch die Bedeutung der Zelluloseindustrie für die Russische Föderation, höchste Priorität eingeräumt wird.

Hauptziel des Projektes war die Demonstration der Möglichkeiten zur Lösung bestehender Probleme mittels technologischer Modernisierung russischer Unternehmen unter Berücksichtigung der in Deutschland und in anderen Ländern der Europäischen Union gesammelten Erfahrungen am Beispiel von Pilotunternehmen.

Als Pilotregion zur Realisierung des Projektes wurde das Gebiet Kaliningrad ausgewählt, in dem sich drei Zelluloseproduktionen befinden und dem auf Grund seiner exponierten Lage unmittelbar an der Grenze der EU und Russlands sowohl in der Russischen Föderation als auch in der Europäischen Union, sowie im Hinblick auf die internationalen Abkommen zum Schutz der Ostsee eine große Bedeutung beigemessen wird.

Die fachliche und institutionelle Leitung des Vorhabens übernahm in Deutschland das Umweltbundesamt, in der Russischen Föderation das Bundesamt für technologische Aufsicht Russlands.

Unmittelbar verantwortlich für die Projektrealisierung waren von deutscher Seite die Firma WTTC (Berlin), von russischer Seite das Russische Zentrum für Chlorsicherheit (Moskau). Eine aktive Teilnahme am Projekt und wirksame Unterstützung leisteten die zahlreichen Vertreter russischer, deutscher und auch internationaler Organisationen, Behörden, Unternehmen, einschließlich der unmittelbar im Gebiet Kaliningrad der Russischen Föderation gelegenen Pilotunternehmen.

Die Hauptetappen der Projektrealisierung beinhalteten:

- Präsentation der Erfahrungen deutscher Unternehmen bei der Modernisierung der Zelluloseproduktion vor Vertretern russischer Unternehmen und Behörden. Diese beinhaltete u. a. die Demonstration der praktischen Erfahrungen bei der Modernisierung von Zellstoffproduktionsanlagen in Deutschland sowohl beim Anlagenbetreiber, als auch bei den Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden, sowie die Vermittlung der Informationen über den europäischen Stand der Technik (BAT, BREF der EU-Kommission) zur Zellstoff- und Papierproduktion.
- Durchführung der Ist-Zustands-Analyse in den drei zellstoffproduzierenden Unternehmen der Pilotregion.
- Verbesserung des Instrumentariums für die Durchführung der Ist-Zustands-Analyse und Entwicklung von Modernisierungskonzepten. Hierzu zählt auch die Erarbeitung eines Vorschlages zur Erweiterung von Check-Listen für den anlagenbezogenen Gewässerschutz unter Berücksichtigung der Besonderheiten der Zellstoffproduktion. Die im Rahmen des deutsch-russischen Kooperationsprojektes erweiterten Check – Listen wurden von der Arbeitsgruppe der UN/ECE zur Anwendung in den Ländern empfohlen, die die Verpflichtungen der Internationalen Konvention zur Verhinderung und Begrenzung grenzüberschreitender Auswirkungen von Industrieunfällen eingegangen sind.
- Erarbeitung von modellhaften Modernisierungskonzepten am Beispiel von Pilotanlagen des Nemansker ZBK und des Sowjetsker ZBS. Die gemeinsam erarbeiteten Modernisierungskonzepte dienen nach ihrer Vorstellung und Diskussion als Grundlage für die Durchführung der Modernisierungsarbeiten in beiden Betrieben.

Die Teilnehmer der Abschlussberatung bewerten die Vorhabensergebnisse als positiv und sind sich darüber einig, dass das Projekt zum „Technologietransfer zur Verbesserung der Anlagensicherheit und des Umweltschutzes in der russischen Zellulose- und Papierindustrie“ als Kooperationsprojekt mit konkretem Industriebezug einen wichtigen Beitrag zur Vertiefung der deutsch-russischen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Umweltschutzes, sowie der Verbesserung der Kooperation auf diesem wichtigen Gebiet an der Grenze der Russischen Föderation und der Europäischen Union darstellt.

Die Teilnehmer der Abschlussberatung unterstreichen die Bedeutung der Projektergebnisse für die Lösung von aktuellen Problemen in der Praxis und empfehlen:

- die Betriebe „Sowjetsker ZBS“ und „Nemansker ZBK“ bei der Umsetzung der im Rahmen des Vorhabens erarbeiteten Modernisierungskonzepte zu unterstützen,
- die modellhaften Modernisierungskonzepte in weiteren russischen Zellstoffbetrieben anzuwenden,

- 
- die unter Berücksichtigung der Besonderheiten der Zelluloseproduktion erweiterten „Check - Listen für die Untersuchung und Beurteilung des Zustandes von Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen und Zubereitungen“ in der Tätigkeit sowohl der Anlagenbetreiber, als auch der Expertenorganisationen und Aufsichtsbehörden bei der Durchführung der Ist – Zustand Analyse und bei der Erarbeitung von Modernisierungskonzepten anzuwenden.

## **7. Anlagen**