

Abschlussbericht

**Erweitertes Branchenenergiekonzept für die papiererzeugende
Industrie**

AZ 22145 – 24/2

für

Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU
An der Bornau 2
49090 Osnabrück



Duisburg, Juni 2009

Titel Branchenenergiekonzept für die papiererzeugende Industrie

DBU Aktenzeichen 22145 – 24/2

Projektlaufzeit 01. August 2005 bis 31. Dezember 2008

Auftraggeber Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU

Ansprechpartner Herr Dr. Digel

Projektleitung Dipl.-Ing. Monika Vogt

Weitere Bearbeitung
Oliver Blum
Achim Hutter
Holger Jung
Andre Well
Daniela Römer
Stefan Kirschbaum
Benjamin Meyer
Jörg Meyer
Astrid Schubert

Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.
Bliersheimer Str. 60
D-47229 Duisburg

Tel: 02065 / 418 - 175

Fax: 02065 / 418 - 211

www.iuta.de

Redaktionelle
Bearbeitung Thomas Stelzmann

Inhalt

1	HINTERGRUND UND AUSGANGSLAGE	2
2	EINLEITUNG	3
3	ZIEL UND INHALT DES PROJEKTES	4
3.1	ZIEL UND INHALT DES BRANCHENENERGIEKONZEPTES	4
3.2	ZIELGRUPPE	6
4	AUFBAU UND ERGEBNISSE DES PROJEKTES.....	7
4.1	GRUNDLAGENERMITTLUNG.....	7
4.2	BEFRAGUNG VON PAPIERFABRIKEN	9
4.3	DETAILERHEBUNG IN AUSGEWÄHLTEN PAPIERFABRIKEN.....	10
4.4	BRANCHENLEITFADEN	10
4.5	ABSTIMMUNG DER VORGEHENSWEISE	11
4.6	PROJEKTORGANISATION UND –VERWALTUNG.....	11
5	DOKUMENTATION UND VERBREITUNG DER ERGEBNISSE	12
5.1	DOKUMENTATION.....	12
5.2	VERBREITUNG DER PROJEKTIDEE UND DER ERGEBNISSE	13
6	ANHANG.....	14
6.1	LISTE DER BETEILIGTEN PAPIERFABRIKEN	14
6.2	FRAGEBOGEN FÜR DIE BUNDESWEITE UMFRAGE UNTER PAPIERFABRIKEN	15

Vorwort

Der hier vorliegende Abschlussbericht orientiert sich an den Arbeitsschritten des Projektantrags und dient als Verwendungsnachweis. Inhalte und Ergebnisse sind in dem beigefügten „Branchenleitfaden für die Papierindustrie“ ausgiebig dokumentiert und hier nicht noch einmal wiedergegeben. Der Branchenleitfaden liegt diesem Bericht bei und kann darüber hinaus über die EnergieAgentur.NRW und die Projektpartner bezogen werden.

1 HINTERGRUND UND AUSGANGSLAGE

Die deutsche Papierindustrie verzeichnete nach Angaben des Verbandes Deutscher Papierfabriken (VDP) 2007 einen Anteil von mehr als neun Prozent des Energieverbrauchs des verarbeitenden Gewerbes in der BRD. Damit gehört die Papierindustrie weiterhin zu den fünf energieintensivsten Branchen mit einem Energiekostenanteil von mittlerweile durchschnittlich 12 % des Umsatzes.

Nordrhein-Westfalen ist das Energieland Nr. 1 in Deutschland und steht damit in einer besonderen Verantwortung für den Klima- und Ressourcenschutz. Die Landesregierung ist sich dieser Verantwortung bewusst und unterstützt mit der Energieeffizienzoffensive „NRW spart Energie“ das Ziel der EU und der Bundesregierung, den Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 um mindestens 20% zu senken.

Wichtige Instrumente zur Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen sind die Branchenenergiekonzepte, mit denen das Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes NRW für Energieeffizienzmaßnahmen in NRW wirbt. Sie dienen als Einstieg in die rationelle Energieverwendung und bieten für ausgewählte Industrie- und Gewerbebranchen Lösungen zur Steigerung der Energieeffizienz an – ausgehend von der Tatsache, dass kleinere und mittlere Unternehmen derselben Branche oft ähnliche Energieverbrauchsstrukturen und Optimierungspotenziale aufweisen. Für zahlreiche Branchen, wie die Ernährungs-, Textil- und Metallindustrie, die Kunststoff verarbeitende Industrie, für Unternehmen des Gartenbaus und für Krankenhäuser wurden bereits entsprechende Konzepte erarbeitet.

Mit dem Branchenenergiekonzept für die Papierindustrie sollen die Verantwortlichen in den Betrieben für das Thema rationelle Energienutzung sensibilisiert und mögliche Optimierungspotenziale aufgezeigt werden.

Aufgrund der bundesweiten Bedeutung der hier vorliegenden Untersuchung sind auch von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt DBU Fördermittel zur Verfügung gestellt worden.

2 EINLEITUNG

Die Arbeitsgemeinschaft Papierindustrie, bestehend aus dem Institut für Energie- und Umwelttechnik IUTA e.V., der Papiertechnischen Stiftung PTS, dem Lehrstuhl für Technische Thermodynamik (LTT) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (RWTH) sowie dem Aachener Ingenieur- und Beratungsbüro EUtech Energie & Management GmbH hat das Projekt „Erstellung eines Branchenenergiekonzeptes für die Papierindustrie“ bearbeitet und einen Praxisleitfaden für Papierhersteller erstellt. Unterstützt wurden diese vier Institutionen durch den Verband Deutscher Papierfabriken e.V. (VDP).

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Arbeiten und Ergebnisse des Projektes „Erstellung eines Branchenenergiekonzeptes für die Papierindustrie“. Ausführliche und detaillierte Informationen sind im beigefügten Branchenleitfaden veröffentlicht, so dass der Bericht kurz gefasst ist.

3 ZIEL UND INHALT DES PROJEKTES

Die effiziente Energienutzung und der rationelle Umgang mit Ressourcen gewinnen in der Papierindustrie zunehmend an Bedeutung, auch, um national und international wettbewerbsfähig zu bleiben.

Im Hinblick auf die Entwicklung der nationalen und internationalen Energiewirtschaft ist die Liberalisierung des Strom- bzw. Energieträgermarktes eine wesentliche Einflussgröße. Es ist damit zu rechnen, dass es mehr Anbieter und noch vielfältigere Tarifstrukturen geben wird. Die Energiebezugsbedingungen werden komplexer. Mittel- bis langfristig ist darüber hinaus mit einer deutlichen Verteuerung der Energieträger zu rechnen. Zum einen werden regulative Maßnahmen auf nationaler und internationaler Ebene (Energiesteuern, Emissionsabgaben etc.) erwartet, zum anderen wird langfristig auch die zunehmende Verknappung der Ressourcen eine Rolle spielen.

Die Reaktionsfähigkeit der einzelnen Papierfabriken auf äußere Einflüsse wird in dem Maße ausgeprägt sein, in dem sie sich auf die sich verändernde energiewirtschaftliche und -politische Situation eingestellt haben. Es ist somit eine wichtige Aufgabe der Politik und der Fachverbände, die Verantwortlichen frühzeitig mit relevanten Informationen zu versorgen und geeignete Instrumente zur energetischen Optimierung der Produktionsketten bekannt zu machen.

Für die Unternehmen der Papier- und Zellstoffindustrie sind daher Konzepte notwendig, welche in systematischer Form bei allen Fragestellungen zum Thema Energie Hilfestellung geben. Dies beginnt bei der Erfassung und Strukturierung der innerbetrieblichen Energiebedarfs- und Versorgungssituation. Die Unterstützung umfasst weiterhin die Aufdeckung möglicher Optimierungspotenziale durch detaillierte Analyse der vorhandenen Situation. Als Konsequenz ergeben sich investive und nicht investive Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz bis hin zur Systematisierung des Energiemanagements.

Hauptsächlich soll der Branchenleitfaden den Verantwortlichen sowie den zuständigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern praxisnahe Vorschläge zur Reduzierung des Energieverbrauchs machen sowie Hilfestellung zur Identifizierung dieser Möglichkeiten geben.

3.1 ZIEL UND INHALT DES BRANCHENENERGIEKONZEPTES

Übergeordnetes Ziel des Branchenenergiekonzeptes war es, einen aktiven Beitrag zur Reduzierung der branchenspezifischen CO₂-Emissionen und zum Umweltschutz zu leisten. Die Papierfabriken sollten für die Thematik verstärkt sensibilisiert und mit einem praxisgerechten Werkzeug zur Aufdeckung und Erschließung von Optimierungspotenzialen motiviert werden.

Konkret sollte das Branchenenergiekonzept (bzw. der Branchenleitfaden) eine Planungs- und Entscheidungsunterstützung für die in den Papierfabriken Verantwortlichen in allen energetischen Belangen darstellen und Beispiele branchenspezifischer, übertragbarer Standards für die Durchführung betrieblicher Energieanalysen, für die energetische sowie die umweltrelevante Bewertung energietechnischer Prozesse beinhalten.

Darüber hinaus sollte Hilfestellung bei der Aufdeckung besonders energieintensiver Prozesse und bei der Lösung energietechnischer Probleme unter Berücksichtigung der branchenspezifischen technischen Fragestellungen geboten werden. Insbesondere branchentypische Potenziale zum rationelleren Umgang mit den Ressourcen, Optimierungspotenziale an Gebäudeanlagen sowie in typischen Bereichen waren zu identifizieren. Mit dem Ziel der Umsetzbarkeit wurde besonderer Wert auf das Aufzeigen innovativer energiesparender Anlagentechnik und Querschnittstechnologien - sowie deren Anbieter - für die jeweilige Sparte gelegt.

Zur Unterstützung politisch und strategisch motivierter Entscheidungen wurde das energiewirtschaftliche und energiepolitische Umfeld der Papierfabriken beschrieben.

Ein weiteres Ziel des Projektes war es, den Papierfabriken die Möglichkeit zur Energiekostenkontrolle und zur „energetischen Positionierung“ innerhalb der Branche zu bieten. Im Sinne eines „Energiebenchmarking“ wurden im Verlauf des Projektes charakteristische Kennzahlen der Papierfabriken gesammelt und ihnen in anonymisierter Form als Vergleichswerte zur Verfügung gestellt.

Die Vergleichbarkeit der Papierfabriken auch innerhalb einer Produktklasse ist bei näherer Betrachtung aber nicht ohne Weiteres gegeben. Großen Einfluss auf den Energiebedarf haben beispielsweise die Struktur der Energieversorgung (Eigenstromerzeugung, Einsatz von Ersatzbrennstoffen, Nahwärmeversorgung), der Integrationsgrad der Papierfabrik in weitere Produktionsschritte (z.B. die Rohstoffherstellung oder die Papierverarbeitung), die spezifische Produktqualität und Weiteres mehr.

Dies macht die Entwicklung werksübergreifend gültiger Benchmarkinginstrumente schwierig. Daher können die entwickelten spezifischen Kennzahlen nur einen Hinweis geben, in welchen Produktionsschritten im Vergleich zu den Mitbewerbern Optimierungspotenziale zu erwarten sind. Ohne eine detaillierte Betrachtung der konkreten Rahmenbedingungen wie beispielsweise des Produktionsprozesses kann hieraus noch keine Bewertung der energiewirtschaftlichen Gesamtsituation einer Papierfabrik abgeleitet werden.

Mit Hilfe des Branchenleitfadens sollten die Papierfabriken in die Lage versetzt werden, die eigene Energieinfrastruktur einfach und selbständig zu analysieren und Verbesserungspotenziale aufzudecken. Die Hemmschwelle, sich mit dem Thema Energie zu beschäftigen, sollte durch die einfache Handhabung des Leitfadens deutlich herabgesetzt werden. Ferner sollten die Papierfabriken in die Lage versetzt werden, die Analysen und Auswertungen eigenständig fortschreiben zu können und so ein eigenes, kontinuierliches *Energiecontrolling* aufzubauen.

Es wird daher zunächst die energiewirtschaftliche Struktur der Branche anhand von Kennzahlen dargestellt. Die gewonnenen Erkenntnisse aus den umfangreichen energetischen Untersuchungen in verschiedenen Papierfabriken sowie aus der Auswertung einer bundesweiten Befragung von Papierfabriken ermöglichen die Ermittlung verlässlicher Kennzahlen für die Branche, wobei jeweils charakteristische Produktionsschwerpunkte zusammengefasst werden.

Innerhalb einer Produktklasse helfen diese Energiekennzahlen bei der ersten Bewertung, ob und in welcher Höhe Energieeinsparpotenziale zu erwarten sind.

Konkrete Vorschläge für einzelne Bereiche der Papierherstellung werden gemacht. Hier werden die typischen Produktionsbereiche bei der Papierherstellung (Stoffaufbereitung, konstanter Teil, Papiermaschine) sowie die den Querschnittstechnologien zuzuordnenden Nebenanlagen (Lüftung, Druckluftversorgung, Energieversorgung, Dampf- und Kondensatsystem, Beleuchtung, elektrische Antriebe usw.) näher betrachtet und jeweils Möglichkeiten zur Energieeinsparung aufgeführt.

Selbstverständlich können nicht alle aufgeführten Maßnahmen in jeder Papierfabrik umgesetzt werden. Es sind daher als anschauliche Praxisbeispiele die Ergebnisse von Betriebsanalysen in repräsentativ ausgewählten Papierfabriken dargestellt.

Es wird aufgezeigt, welche Energieeinsparungen jeweils in den untersuchten Papierfabriken erzielt werden können. Die möglichen Einsparungen betragen durchschnittlich 5 bis 10 % der derzeitigen Energiekosten.

Als konkrete Hilfestellung für die praktische Umsetzung werden die Durchführung von Energieanalysen, die Nutzung verschiedener Messverfahren sowie der Aufbau eines Energiemanagementsystems beschrieben. Der Branchenleitfaden schließt mit Informationen zu Finanzierungsmöglichkeiten und zu Förderprogrammen ab.

Die Branche der Papierherstellung erhält mit dem hier vorliegenden Branchenleitfaden eine umfassende Hilfestellung bei der Optimierung des Energiebedarfs und der Reduzierung von CO₂-Emissionen.

Die Kernaussage dieses Branchenleitfadens ist es, dass sich oft bereits ohne hohen investiven Aufwand beträchtliche Reduzierung des Energiebedarfs realisieren lassen. Insbesondere sind bisher noch längst nicht alle verfügbaren Optionen zur Abwärmenutzung ausgeschöpft.

3.2 ZIELGRUPPE

Zielgruppe des Branchenenergiekonzeptes sind Papierfabriken sowie in diesem Bereich tätige Energieberater.

Eine weitere bedeutende Zielgruppe sind Anlagenhersteller, für die der Leitfaden motivierende Wirkung hinsichtlich einer verstärkt auch energieorientierten Produktentwicklung haben soll. Darüber hinaus kann der Leitfaden durch die Darstellung der energiewirtschaftlichen Randbedingungen und Interessen der Papierfabriken zu einer verbesserten Kommunikation zwischen Anlagenhersteller und Anwender und Verbandsvertreter beitragen.

Die dritte Zielgruppe sind Industrie- und Handelskammern, Energieagenturen, Energieversorger und ähnliche Interessensvertreter, die im Sinne des Branchenenergiekonzeptes eine wichtige Multiplikatorfunktion ausüben können. Für diese Institutionen stellt der publizierte Leitfaden ein wertvolles Beratungsinstrument dar.

4 AUFBAU UND ERGEBNISSE DES PROJEKTES

Die Durchführung des Projektes erfolgte in drei Schritten:

1. Grundlagenermittlung: Theoretische Vorarbeiten; energieorientierte Geräte- und Anlagenanalysen zur Charakterisierung und Klassifizierung der Papierfabriken; Definition von Kennzahlen und charakteristischen Einheiten; Vorbereitung der Datenerfassung; Durchführung und Auswertung einer breit angelegten deutschlandweiten Befragung; Rationelle Energienutzung aus Sicht der Geräte- und Anlagenhersteller; Datenmanagement und –verwaltung.
2. Erarbeitung des Branchen-Energiekonzeptes: Detailanalyse in fünf am Projekt beteiligten Papierfabriken; Befragung von Maschinen- und Anlagenherstellern für Papierfabriken; weitere detaillierte Informationsbeschaffung; Auswertung, Analyse und Bewertung der Befragungen; Analyse des energiepolitischen Umfeldes.
3. Erstellung des Branchenleitfadens und Verbreitung der Ergebnisse: Darstellung der Ergebnisse der Befragungen, Analysen und zusätzlicher branchenrelevanter Informationen; Veröffentlichung und Verbreitung der Ergebnisse durch Informationsveranstaltungen, Fachaufsätze und eine Abschlussveranstaltung.

4.1 GRUNDLAGENERMITTLUNG

Aufgabe der Vorarbeiten war die Erarbeitung der Grundlagen für das Branchenenergiekonzept und die Ermittlung der übergeordneten Branchendaten. Zur besseren Einordnung der Bedeutung des Faktors Energie für die Papierfabriken wurde ein Überblick über die Größe und Anzahl der Papierfabriken in Deutschland erstellt.

Gemäß der neuen Klassifikation der Wirtschaftszweige von 2008 (WZ2008) wird das Papiergewerbe in den Gruppen 17.1 „Herstellung von Holz- und Zellstoff, Papier, Karton und Pappe“ sowie 17.2 „Herstellung von Waren aus Papier, Karton und Pappe“ unterteilt. In Gruppe 17.1 wird zwischen den zwei Klassen 17.11 „Herstellung von Holz- und Zellstoff“ und 17.12 „Herstellung von Papier, Karton und Pappe“ unterschieden. Die Unternehmen der weiterverarbeitenden Industrie der Gruppe 17.2 werden im Rahmen dieses Leitfadens nicht betrachtet. Bis Ende 2007 war die Klassifikation der Wirtschaftszweige in der Fassung von 2003 gültig. Darin trug die Abteilung „Papiergewerbe“ den Code 21. Davon abgesehen gibt zwischen der ehemaligen Gruppe 21.1 „Herstellung von Holz- und Zellstoff, Papier, Karton und Pappe“ und der aktuellen Gruppe 17.1 keine Unterschiede in der Klassifikation der Wirtschaftszweige.

Die deutsche Zellstoff- und Papierindustrie erwirtschaftete im Jahr 2007 einen Umsatz von 16,5 Mrd. € Euro, bundesweit waren in 154 Betrieben 41.072 Personen beschäftigt. Damit zählt Deutschland zum größten Erzeugerland der Europäischen Union und zum viertgrößten weltweit nach den USA, China und Japan. In Nordrhein-Westfalen waren im Jahr 2007 36 Betriebe angesiedelt mit einer Beschäftigtenzahl von 9.102 und einem Gesamtumsatz von 3,5 Mrd. € Euro.

Tabelle 1: Struktur der Papier- und Zellstoffindustrie bundesweit und in NRW

		Bund	NRW
Betriebe ges.	Anzahl	154	36
Mitarbeiter ges.	Anzahl	41.072	9.102
Umsatz ges.	Mio. €	16.482	3.475
Mitarb. je Betr.	Anz. /Betr.	267	253
Umsatz je Betr.	Mio. €/Betr.	107,0	96,5
Umsatz je Mitarb.	Mio. €/Mitarb.		

Die Produktion der Papierindustrie wird üblicherweise in folgende Gruppen (sog. Hauptsorten) eingeteilt:

- Grafische Papiere
- Papier, Karton und Pappe für Verpackungszwecke
- Hygienepapiere
- Papier und Pappe für technische und spezielle Verwendungszwecke

Grafische Papiere sowie Verpackungspapiere stellen mit 46,3 % bzw. 41,3 % die mit Abstand größten Anteile der Gesamtproduktion, es folgen Hygienepapiere und Technische Papiere mit 5,7 % bzw. 6,6 %.

Die im Folgenden aufgeführten Daten entstammen Erhebungen des statistischen Bundesamtes, sie beziehen sich auf die gesamte deutsche Papier- und Zellstoffindustrie. Da die Daten aus den Jahren vor 2008 stammen, gilt hier die Klassifikation der Wirtschaftszweige in der Fassung von 2003 (WZ2003).

Im Jahr 2006 betrug der Anteil der Kosten für den Materialverbrauch im Papiergewerbe 55,2 % des Bruttoproduktionswertes und stellt damit den mit Abstand bedeutendsten Kostenfaktor dar. Es folgen Personalkosten mit 13,8 %, sowie Abschreibungen mit 6,2 %. Die den Materialkosten zugerechneten Aufwendungen für Energie stellen einen erheblichen Kostenfaktor dar. Sie lagen 2006 bei durchschnittlich 10,9 % des Bruttoproduktionswertes und liegen damit in der gleichen Größenordnung wie die Personalkosten.

Hieran wird deutlich, dass dem Produktionsfaktor Energie in der Papier- und Zellstoffindustrie aufgrund der hohen Energieintensität des Herstellungsprozesses große Bedeutung zukommt. In weniger energieintensiven Branchen liegen die Aufwendungen für den Energiebezug in der Regel im Bereich weniger Prozent des Bruttoproduktionswertes.

Angesichts des hohen Energiekostenanteils ist die Papierindustrie in besonderem Maße von den Preissteigerungen betroffen, die in den vergangenen Jahren auf den

Energiemärkten zu beobachten waren. Dies schlägt sich auch in der Kostenstruktur der Unternehmen nieder. Die Papier- und Zellstoffindustrie hatte zwischen 2004 und 2006 einen Anstieg des Energiekostenanteils von 8,6 % auf 10,9 % zu verzeichnen. Die im Rahmen einer Umfrage der Arbeitsgemeinschaft BEK befragten Unternehmen der deutschen Papierindustrie gaben hier zum Teil höhere Werte an.

4.2 BEFRAGUNG VON PAPIERFABRIKEN

Zur Bewertung der Energieeffizienz von Industriebetrieben werden häufig Standortkennzahlen herangezogen und miteinander verglichen. Derartige Kennzahlen werden z.B. aus den gesamtbetrieblichen Energie-, Produktions- oder Umsatzdaten gebildet. Sie dienen den Betrieben insbesondere zur kontinuierlichen Beobachtung und Kontrolle ihres Energieeinsatzes.

Der Vergleich dieser globalen Kennzahlen mit denjenigen anderer Betriebe bietet die Möglichkeit einer ersten Positionierung eines Betriebes innerhalb seiner Branche. Die Kennzahlen erlauben allerdings keine direkten Aussagen über die Produktions- oder Betriebsstrukturen und sie berücksichtigen nur bei geeigneter Klassifizierung die Produktpalette der zu vergleichenden Betriebe. Unternehmen mit sehr ähnlichen Prozessen und Prozessketten können aus der Abweichung der Kennzahlen interessante Rückschlüsse auf die Energieeffizienz ihrer Betriebe ziehen. Für Unternehmen mit sehr unterschiedlicher Stufigkeit bzw. mit unterschiedlichen Prozessketten liefert der Vergleich von Standortkennzahlen ohne Kenntnis der Produktpalette kaum belastbare Aussagen. Das häufig vorgeschlagene so genannte „Energiebenchmarking“, also der Vergleich der Energieeffizienz eines Betriebes mit dem „Besten“ der Branche, ist daher nur eingeschränkt möglich.

Im Folgenden werden – unter Berücksichtigung ihrer eingeschränkten Aussagekraft Energiekennzahlen für ausgewählte Betriebe der Papierindustrie aufgeführt. Sie stammen aus der Analyse der Energiedaten von Betrieben der deutschen Papierindustrie. Die bundesweite Umfrage wurde 2006 von der Arbeitsgemeinschaft „BEK Papierindustrie“ durchgeführt. Die Energiedaten stammen aus dem Jahr 2005. Tabelle 2 gibt – sortiert nach den Hauptproduktionsschwerpunkten – eine Übersicht über die Betriebe, die sich an der Befragung beteiligt haben. Insgesamt haben sich 46 Betriebe aus den vier Produktionsschwerpunkten „Graphische Papiere“, „Verpackungspapiere“, „Hygiene Papiere“ und „Technische Papiere und Pappen“ an der Befragung beteiligt.

Tabelle 2:

Hauptproduktionsschwerpunkt (HPSP)	Anzahl der Betriebe
1 Grafische Papiere	13
2 Verpackungspapiere	12
3 Hygienepapiere	6
4 Technische Papiere und Pappen	15

Die Ergebnisse der Befragung sind dem Branchenleitfaden zu entnehmen.

4.3 DETAILERHEBUNG IN AUSGEWÄHLTEN PAPIERFABRIKEN

Als Praxisbeispiele dienen Detailerhebungen in ausgewählten Papierfabriken mit den Produktbereichen Hygienepapiere, Wellpappenrohapiere, altpapierhaltige Spezialpapiere, ungestrichene grafische Papiere sowie gestrichene holzfreie Papiere.

Die Praxisbeispiele beginnen mit einer kurzen Beschreibung der untersuchten Betriebe. Anschließend werden die wichtigsten vorgefundenen Verbesserungspotenziale erläutert und die erzielbaren Einsparungen soweit wie möglich quantifiziert. Die aufgeführten Energieeinsparungen in Megawattstunden pro Jahr (MWh/a) beziehen sich dabei auf den jeweiligen Endenergieeinsatz an elektrischer Energie, Wärme in Form von Dampf bzw. an Brennstoffenergie (meist Erdgas).

Bei der Bewertung des Energieeinsparpotenzials wird üblicherweise auf den Primärenergieeinsatz bezogen, so dass auch die Wirkungsgrade bei der Umwandlung von Brennstoffenergie in die Endenergieformen elektrische Energie und Dampf berücksichtigt werden. Da nicht bei allen untersuchten Betrieben Informationen über die Wirkungsgrade bei der Erzeugung der Endenergie vorlagen und aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit werden daher pauschale Erzeugungswirkungsgrade verwendet. Bei der Berechnung des Primärenergieeinsatzes wird entsprechend ein Erzeugungswirkungsgrad von 37% bei elektrischer Energie bzw. von 85% bei Wärme berücksichtigt.

Bei der Bewertung wurde neben der praktischen Umsetzbarkeit auch die statische Amortisationszeit berücksichtigt, die sich als Quotient aus Aufwand (Kosten in €) und Einsparung (€/a) ergibt.

Bei den Betriebsanalysen wurden zahlreiche Einsparpotenziale identifiziert, die selbst bei ausschließlicher Berücksichtigung von Maßnahmen mit einem geringen investiven Aufwand und Kapitalrücklaufzeiten von maximal 3 Jahren zu deutlichen Einsparung beim Endenergieeinsatz führen. So konnte durchschnittlich eine Stromeinsparung von 3,6 % mit einer betriebspezifischen Spannweite von 1,2 bis 8 % erzielt werden. Der Wärmebedarf ließ sich durchschnittlich um 9,3 %, in den einzelnen Betrieben um 2,2 bis 16,1 % senken. Entsprechend reduzierte sich der Primärenergieeinsatz im Durchschnitt der betrachteten Papierfabriken um 6,4 %, für einzelne Betriebe waren Einsparungen von 4 bis 8,8 % erreichbar.

Weitere Daten und Beispiele der Analysen sind im Branchenleitfaden veröffentlicht.

4.4 BRANCHENLEITFADEN

Die wesentlichen Ergebnisse des Projektes wurden ausführlich und detailliert im *Branchenleitfaden* dargestellt. Der Branchenleitfaden enthält neben einer kurzen Ausführung der Besonderheiten der Papierfabriken konkrete Vorschläge und Möglichkeiten zur Energieeinsparung für typische Bereiche wie Stoffaufbereitung, Papiermaschine und Veredelung, aber auch für allgemeine Belange der Gebäudetechnik wie Wärmebereitstellung, Beleuchtung und Lüftung. Anschauliche Praxisbeispiele einzelner Papierfabriken, praktische Vorschläge zur selbständigen Durchführung von Energieanalysen und zur Einführung eines Energiemanagementsystems in den

Papierfabriken und Hilfestellungen zur Finanzierung von Vorhaben und Förderungen runden den Leitfaden ab.

Die Branche der Papierherstellung erhält mit dem Branchenleitfaden eine umfassende und auch für Verantwortliche ohne technische Vorbildung verständliche Hilfestellung beim Einsparen von Energie und Wasser.

Die Papierfabriken können mit Hilfe des Leitfadens selbständig z.B. eine erste Energieanalyse durchführen, und die Betriebsleitungen der Papierfabriken haben mit dem Branchenleitfaden eine Planungs- und Entscheidungshilfe in energierelevanten Belangen.

4.5 ABSTIMMUNG DER VORGEHENSWEISE

Regelmäßig fanden Arbeitstreffen in Aachen und in Duisburg statt. Der Fragebogen, das Dossier, die Veröffentlichungen und vor allem der Leitfaden wurden intensiv und im Detail diskutiert, um die Belange der angesprochenen Zielgruppe besser zu berücksichtigen. Der Verband der deutschen Papierfabriken (VdP) engagierte sich sehr stark in dem Projekt und stellte detaillierte Daten in großem Umfang zur Verfügung. Bei inhaltlichen Fragestellungen wurden auch Experten aus der Papierindustrie und Vertreter weiterer Fachverbände (Verband ostdeutscher Papierfabriken, APV) eingebunden.

4.6 PROJEKTORGANISATION UND –VERWALTUNG

Bei der Organisation und Verwaltung des Projektes traten keine Schwierigkeiten auf. Bei der Organisation und Verwaltung des Projektes traten keine Schwierigkeiten auf. Aufwendiger als geplant waren jedoch

- die Erhebung der energiewirtschaftlichen Situation der Papierfabriken durch die erforderliche Termin- und inhaltliche Koordination mit dem VdP,
- die Erhebung des Standes der Technik sowie neuerer Entwicklungen bei den Anlagen- und Komponentenherstellern für die Papierindustrie,
- die Terminvereinbarung und Durchführung der betrieblichen Untersuchungen bei den beteiligten Unternehmen sowie insbesondere
- die Verwaltung und Abrechnung des Projektes.

Weitere Verzögerungen ergaben sich aufgrund der Tatsache, dass im August 2008 das Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes NRW (MWME NRW) beschlossen hat, die Öffentlichkeitsarbeit für das Branchenenergiekonzept Papier der EnergieAgentur.NRW zu übertragen. Dies umfasst sowohl die Veröffentlichung des Branchenleitfadens als auch die Organisation der Abschlussveranstaltung.

Eine Abstimmung zwischen MWME NRW sowie EnergieAgentur.NRW über die Ausgestaltung der Öffentlichkeitsarbeit für die Branchenleitfäden fand erst am 15. Oktober 2008 statt. Hierdurch ist es im Arbeitsschritt 4 („Erstellung des Branchenleitfadens“) sowie im Arbeitsschritt 6 („Seminare“, neu: „Abschlussveranstaltung“) zu Verzögerungen gekommen.

5 DOKUMENTATION UND VERBREITUNG DER ERGEBNISSE

5.1 DOKUMENTATION

Die Projektergebnisse wurden auf unterschiedliche Arten aufbereitet und dokumentiert:

Im *Branchenleitfaden* wurden alle Ergebnisse des Projektes detailliert aufgeführt. Mit Hilfe dieser umfangreichen Dokumentation sollen die Papierfabriken und Multiplikatoren – im wesentlichen die Verbände, die Industrie- und Handelskammern, Energieagenturen und andere Einrichtungen – ein Beratungsinstrument für die spezifischen Belange der Papierindustrie erhalten.

Dieser Branchenleitfaden steht in der Vorabversion unter der Webadresse der EnergieAgentur.NRW (<http://www.energieagentur.nrw.de>) zum Download bereit und kann darüber hinaus auch bei den Projektpartnern angefordert werden.

Bis zum jetzigen Zeitpunkt steht das Konzept für die Veröffentlichung der Projektergebnisse seitens des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes NRW (MWME NRW) und der EnergieAgentur.NRW noch nicht fest. Daher existiert noch keine Layoutvorlage für die Kurzbroschüre, welche die wesentlichen Ergebnisse des Projektes in komprimierter und übersichtlicher Form darstellen soll. Mit Hilfe dieser Broschüre sollen die Verantwortlichen in Papierfabriken sensibilisiert werden und einen ersten Einblick erhalten, wie leicht sie

- in ihrer Papierfabrik eine erste Energieanalyse durchführen können,
- somit ihre Papierfabrik bewerten, innerhalb der Branche positionieren und
- erhebliche Kosten einsparen können.

Darüber hinaus wurde ein Flyer erstellt, der auf die öffentliche Abschlussveranstaltung des Projektes aufmerksam machen sollte. Diese Abschlussveranstaltung, die am 4. Dezember 2008 unter der Teilnahme von 80 Branchenvertretern im NRW-Forum Düsseldorf stattfand, wurde von der EnergieAgentur.NRW in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern organisiert und durchgeführt.

5.2 VERBREITUNG DER PROJEKTIDEE UND DER ERGEBNISSE

Die Verbreitung der Ergebnisse erfolgte zweistufig:

1. Zu Beginn des Branchenenergiekonzeptes wurde die Internetpräsenz www.branchenenergiekonzepte.de geschaffen, auf der jeweils die aktuellen Projektergebnisse eingestellt wurden. Gleichzeitig wurden Teilergebnisse des Projektes in einschlägigen Fachzeitschriften veröffentlicht sowie anlässlich von Fachtagungen und Ausschusssitzungen von Fachverbänden (VdP, VoP, APV) präsentiert. Im Dezember 2008 wurde eine öffentliche Abschlussveranstaltung organisiert und durchgeführt. Auf dieser Veranstaltung wurden die Projektergebnisse vorgestellt und der Leitfaden präsentiert.
2. Im Anschluss an das Projekt ist die Fortsetzung der Verbreitung der Ergebnisse vorgesehen. Dazu wird die geschaffene Internetpräsenz www.branchenenergiekonzepte.de sowie die Homepage der EnergieAgentur.NRW www.energieagentur.nrw.de genutzt.

6 ANHANG

6.1 LISTE DER BETEILIGTEN PAPIERFABRIKEN

Firma	Sortenbereich VDP	Ort
Delkeskamp Verpackungswerke GmbH	Verpackungspapiere	Nortrup, Niedersachsen
Erfurt + Sohn KG	Raufaser-Tapetenrohpapier	Wuppertal, NRW
Papierfabrik Hermes GmbH & Cie KG	Zeitungsdruck-, Briefumschlag- und Versand-taschenpapier, Verpackungspapier	Düsseldorf, NRW
M-real Zanders	Druck- und Schreibpapier	Bergisch-Gladbach, NRW
SCA Hygiene Products Holding GmbH	Hygienepapier	Mannheim, BW

6.2 FRAGEBOGEN FÜR DIE BUNDESWEITE UMFRAGE UNTER PAPIERFABRIKEN

! Für jeden Standort ein separates Arbeitsblatt ausfüllen

Thema Erhebung über die Energie-Situation der Mitgliedswerke in 2005

Firma		Bundesland	
Werk / Ort		Tel.	
Sachbearbeiter		Email	

Hinweis: Bitte gleichen Sie die Angaben mit den Meldungen an das Statistische Bundesamt und Landesamt ab!

Ich bin mit einer Weitergabe der Daten an das Projektteam Branchenergiekonzept einverstanden (Die Daten werden projektintern vertraulich behandelt)	ja / nein
---	-----------

1 Wärmeeinsatz

1.1 Eigenerzeugung Wärme aus Primärenergie

Gesamtfeuerungswärmeleistung (als Summe für den Standort) in MW

	Menge [t/a]	Druck [bar]	Temp. [°C]	Energie [MWh/a]
Frischdampf 1				
Kondensat				
Frischdampf 2				
Kondensat				
Summe Energie Frischdampf [MWh/a]				0,000

Prozessdampf 1				
Kondensat				
Prozessdampf 2				
Kondensat				
Prozessdampf 3				
Kondensat				
Summe Energie Prozessdampf [MWh/a]				0,000

1.2 Fremdadgabe Wärme aus Primärenergie

	Menge [t/a]	Druck [bar]	Temp. [°C]	Energie [MWh/a]
Dampfmenge				
Kondensat				
	Menge [t/a]	Vorl. [°C]	Rüchl. [°C]	Energie [MWh/a]
Warmwasser				
Summe Energie Abgabe [MWh/a]				0,000

1.3 Fremdbezug Wärme (Sekundärenergie)

von **Betreibergesellschaft** (bitte unbedingt angeben)

	Menge [t/a]	Druck [bar]	Temp. [°C]	Energie [MWh/a]
Dampfmenge				
Kondensat				
	Menge [t/a]	Vorl. [°C]	Rüchl. [°C]	Energie [MWh/a]
Warmwasser				
Summe Bezug Sekundärenergie [MWh/a]				0,000

2 Brennstoffeinsatz

2.1 fossile Brennstoffe (falls abweichender Hu vorliegt, bitte korrigieren!)

Die Genehmigung erfolgte nach BImSchG / BImSchV / TA Luft

	t/a bzw. MWh/a	Heizwert kWh/kg	Heizwert kWh/nm ³	MWh/a
1a. Steinkohle/ -koks		H _u 7,897		
1b. Steinkohle/-briketts		H _u 8,142		
2a. Rohbraunkohle		H _u 2,197		
2b. Braunkohle/ -brik.		H _u 5,617		
3a. Heizöl EL		H _u 11,864		
3b. Heizöl S		H _u 11,364		
3c. Diesel		H _u 11,933		
4a. Erdgas (Angabe in MWh/a)		H _o		
		H _u		
4b. Ortsgas (Angabe in MWh/a)		H _u	4,443	
4c. Raff.-gas (Angabe in MWh/a)		H _u	11,028	
4d. Flüssiggas		H _u 12,744		
Summe Brennstoffe fossil [MWh/a]				0,000

2.2 erneuerbare Brennstoffe (falls abweichender Hu vorliegt, bitte korrigieren!)

Die Genehmigung erfolgte nach BImSchG / BImSchV / TA Luft

Energiegewinnung zus. mit fossilen Brennstoffen

(bitte unbedingt angeben)

ja/nein

Energiegewinnung im separaten Reststoffkessel

ja/nein

	% Trocken- substanz	nass ! t/a bzw 1.000 nm ³ /a	nass ! Heizwert kWh/kg	kWh/nm ³	MWh/a
1. Rinde			3,107		
2. Ablauge			2,056		
3. Rückstände ¹⁾			1,370		
4. Biogas				6,782	
5. übr. Restst. ²⁾			2,261		
6. Zugekaufte Biomasse ³⁾			4,500		
Summe Brennstoffe regenerativ [MWh/a]					0,000

¹⁾ Rückstände aus biologischen, chemischen bzw. mechanischen Wasserreinigungsanlagen der Papierindustrie: Papierschlamm, Deinkingschlamm, etc.

Art:

²⁾ Bitte Art angeben, z. B. Produktionsrückstände wie Abfallzellstoff, Altpapierrückstoff, Sägewerksabfälle, Holzschleifstaub, Werksabfälle, PE, etc.

Art:

³⁾ Bitte Art angeben, z. B. zugekauftes Altholz, Frischholz, Sekundärbrennstoff etc.

Art:

2.3 Brennstoffe für befeuerte Trocknung/Heizung

(falls abweichender Hu vorliegt, bitte korr.!)

	MWh/a bzw. t/a	Heizwert kWh/kg bzw. kWh/nm ³	MWh/a
Erdgas (Angabe in MWh/a)		H _o 0,000	
		H _u 0,000	
Andere			
1.			
2.			
Summe Brennstoffe befeuerte Trocknung [MWh/a]			0,000

2.4 Brennstoffbedingte Emissionen aus Kraftwerk sowie von direkt befeuerter Trocknung und Heizung in Papier- und Streichmaschinen

Art	Herkunft	t/a
SO ₂	aus fossilem Brennstoff	
SO ₂	aus Ablauge (Zellstoffherzeugung)	
NO _x		
Staub		

3 Stromeinsatz

3.1 Am Standort erzeugter Strom aus Primärenergie

	Nennl. [MW]	Strommenge [MWh/a]
Kondensationsturbine		
Notstrom		
Andere		
1.		
2.		
Gesamterzeugung inkl. Eigenbedarf [MWh/a]		0,000

3.2 Am Standort erzeugter Strom durch Kraft-Wärme-Kopplung

	Nennl. [MW]	Strommenge [MWh/a]
Gegendruckturbine		
Entnahme-Kondensationsturbine:	Kondensationsanteil	
	Entnahmeanteil	
Gasturbine mit Abwärmenutzung		
Kopplung als GuD-Kraftwerk	ja/nein	
Diesel/Gasmotor mit Abwärmenutzung		
Andere		
1.		
2.		
Gesamterzeugung inkl. Eigenbedarf [MWh/a]		0,000

3.3 Am Standort erzeugter Strom aus alternativen Energien

	Nennl. [MW]	Strommenge [MWh/a]
Wasserkraft		
Andere		
1.		
Gesamterzeugung inkl. Eigenbedarf [MWh/a]		0,000

3.4 Fremdbezug Strom (Sekundärenergie)

		Strommenge [MWh/a]
1. Öffentliches Netz		
2. Betreibergesellschaft / Contracting / BHKW (<i>bitte genau recherchieren!</i>)		
Wieviel % der erzeugten Energie wird an die Papierfabrik geliefert?	%	
Summe Bezug Strom [MWh/a]		0,000

3.5 Fremdadgabe Strom

	Strommenge [MWh/a]	
Abgabe nach dem KWK-Gesetz		
Abgabe nach dem EEG-Gesetz		
andere Abgabe nach Extern (z.B. benachbarter Betrieb...)		
Summe Abgabe Strom [MWh/a]		0,000

4 Verwendung von Elektroenergie

	Strommenge [MWh/a]
Eigenbedarf Kraftwerk	
Fabrikation einschl. Nebenbetriebe	
Summe Verwendung Strom [MWh/a]	0,000

Der Strombedarf für Druckluftherzeugung wird dem Produktionsbetrieb zugerechnet

5 Angaben zur Maschinenauslastung

Jahresbetriebsstunden der Papiermaschinen	h/a	
maximal mögliche Jahresbetriebsstunden	h/a	
Maschinenauslastung	%	

6 Maßnahmen zur Energie- und/oder CO₂-Minderung

Kosten der Maßnahmen	Euro

7 Wieviel Energie kann dadurch dauerhaft eingespart werden?

	eingesparte Energie [MWh/a]
Strom	
Prozessdampf	
Summe Energie [MWh/a]	0,000

8 Kosten für den Energiebezug

8.1 Kosten für Strombezug und -abgabe 2005

Bezugspreis (= Gesamtkosten/Gesamtbezogene Menge)		Ct/kWh	
davon für Reservestromanteil		%	
Inanspruchnahme der EEG-Härtefallregelung (§ 16)	ja/nein	Ct/kWh	
Vertragsdauer		Jahre	
bezogene Gesamtleistung		MW	
bezogene Energiemenge (ist Wert von 3.4 - nur öffentl. Netz) ok		MWh	
Abgabepreis		Ct/kWh	

8.2 Kosten für Gasbezug 2005

Bezugspreis (= Gesamtkosten/gesamtbezogene Menge)	bezogen auf H _o	Ct/kWh	
	oder H _u	Ct/kWh	
bezogene Gesamtenergiemenge [sind Werte von 2.1(4a) und 2.3] ok		MWh	
Vertragsdauer		Jahre	

Es wird durch den VDP gewährleistet, dass Angaben zu Strom- und Gaspreisen absolut vertraulich gehandhabt werden und keine Einzeldaten bzw. solche Daten herausgegeben werden, die Rückschlüsse auf Einzelpreise zulassen.



Bitte nicht ausfüllen Eingangsdatum

Firmen ID

Verbrauchrelevante Produktionsanlagen

9.1 Kosten und Umsatz

Umsatz	Euro/a	
Gesamtkosten Stein- und Braunkohle	Euro/a	
Gesamtkosten Heizöl und Diesel	Euro/a	
Gesamtkosten Flüssiggas, Raffineriegas, Ortsgas (kein Erdgas)	Euro/a	
Gesamtkosten erneuerbare Brennstoffe (Kosten für 2.2)	Euro/a	
Gesamtkosten Fremdbezug Wärme (Kosten für 1.3)	Euro/a	
Gesamterlös Fremdadgabe Wärme (Erlöse aus 1.2)	Euro/a	

9.2 Produktionsanlagen

Anzahl Papiermaschinen:	
Anzahl Kartonmaschinen:	
Anzahl Streichmaschinen:	inline
	offline

9.3 Roh- und Halbstoffe

Name:	Linie:	Linie:	Linie:	Linie:	Linie:	Werk gesamt t/a
	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	
Zellstoff (lutro)						
Holzschliff (atro)						
Refinerholzstoff (atro)						
Altpapier (lutro)						
Altpapierstoff, DIP(lutro)						
Sonstige						
Füllstoffe (otro)						
Pigmente (otro)						

9.4 Erzeugtes Produkt (verkaufsfähig)

Name:	Nr. n. VDP	Linie:	Linie:	Linie:	Linie:	Linie:	Werk gesamt t/a
		t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	
Grafische Papiere:							
Verpackungspapiere:							
Hygiene Papiere:							
techn. Papiere+Pappen:							

10.1 Stoffaufbereitung

	Verbrauch		Installierte Leistung [kW]		Anmerkungen
	Strom [kWh/a]	Dampf [t/a]	elektrisch	thermisch	
Zellstoff- /DIP Auflösung					
Deinkinganlage					
Holzschliffherzeugung					
TMP Holzstofferzeugung					erzeugter Dampf

10.2 Papiermaschine und Kartonmaschine

			Linie:	Linie:	Linie:	Linie:	Linie:	Gesamt
Name:								
Arbeitsbreite (Stoffauflauf)	[cm]							
Geschwindigkeit	[m/min]							
Flächengewichte	[g/m ²]							
Trockengehalt nach Presse	[%]							
Feuchte am Poperoller	[%]							
Siebwassertemperatur	[°C]							
Trockenpartie	Dampf ND	[t/h]						
	Dampf HD	[t/h]						
Naßpartie	Dampf	[t/h]						
Gesamter Dampfverbrauch		[t/h]						

Papiermaschine	Strom	[KWh/a]						
Konstanter Teil gesamt	Strom	[KWh/a]						
Gesamter Stromverbrauch		[kWh/a]						

Trockenpartie, Wärmerückgewinnung

Zulufterwärmung	j/n							
Warmwassererzeugung	j/n							
Aufheizung Sieb- oder Klarwasser	j/n							
Ablufttemperatur Trockenhaube	[°C]							über Dach
Feuchte Abluft Trockenhaube	[°C]							über Dach

10.3 Streichmaschine

			Linie:	Linie:	Linie:	Linie:	Linie:	Gesamt
Name:								
Arbeitsbreite	[cm]							
Geschwindigkeit (Durchschnitt)	[m/min]							
Strichgewichte	[g/m ²]							
	Dampf ND	[t/h]						
	Dampf MD	[t/h]						
	Gas	[m ³ /h]						
	Strom	[KW]						

Trockenpartie, Wärmerückgewinnung

Zulufterwärmung	j/n							
Warmwassererzeugung	j/n							
Ablufttemperatur Trockenhaube	[°C]							
Feuchte Abluft Trockenhaube	[°C]							

11.1 Reststoffe

Herkunft Reststoff	ursprünglicher Trockengehalt [%]	Entwässerung j/n	Trockengehalt nach Entwässerung [%]	Aschegehalt [%]	Menge [t/d]	Verwertung					
						intern Verbrennung energetische Verw.	intern stoffliche Verw.	extern Deponie	extern Rekultivierung	extern Bauinsutrie	extern Verbrennung energetische Verw.
Deinking Schlamm											
Mechanische Abwasserreinigung											
Biologischer Überschussschlamm											
Rejekte aus Pulper und Stoffaufbereitung											
Biogas											
Reststoffaufkommen insgesamt											

11.2 Druckluftherzeugung

Hersteller Kompressor	Typ / Bezeichnung	Netzdruck [bar (ü)]	Leistung [kW]	Volumenstrom [m³/h]	Baujahr	Betriebsstunden pro Jahr

Stromverbrauch (evtl. geschätzter Wert) [kWh/a]

Gesamtproduktion Druckluft [m³/a]

Gibt es getrennte Netze für Arbeits- und Regelluft? ja nein

11.3 Kälteerzeugung (für Prozesskälte)

Hersteller, Typ	Einsatzzweck	el. Leistung [kW]	Kälteleistung [kW]	Kältemittel	Baujahr	Betriebsstunden pro Jahr

Stromverbrauch (evtl. geschätzter Wert) [kWh/a]

Gesamtproduktion Kälte [kWh/a]

11.4 Wasserbezug

Wasserversorger:			
Stadtwasser		m³/a	€/a
Brunnen- und Flußwasser		m³/a	€/a
		Durchschnitt:	°C
Sonstiges (Weichwasser, etc.)		m³/a	€/a

11.5 Abwasser

Direkteinleiter Indirekteinleiter geschlossener Kreislauf

Eingeleitete Abwassermenge		m³/a	€/a
		Durchschnitt:	°C
Vorklärung	Sedimentation <input type="checkbox"/>	Flotation <input type="checkbox"/>	Filtration <input type="checkbox"/>
Reinigungsverfahren	Aerob <input type="checkbox"/>	Stufen <input type="checkbox"/>	Anaerob <input type="checkbox"/> Membran <input type="checkbox"/> Ozon <input type="checkbox"/>
Stromverbrauch Abwasserreinigung			kWh/a