

Das Dröhnen der Maschinen und die Kraft des Wassers

Das Wasserkraftwerk Freudenau

Ersteller: Florian Langmeyer, Elisabeth Mares

Inhaltsverzeichnis:

Inhaltsverzeichnis:	2
Einleitung:.....	3
CO2-Bilanz:	3
In der folgenden Berechnung wird die Brutto CO2 Ersparnis ermittelt:.....	3
In der folgenden Berechnung wird der CO2 Aufwand(Emission) für den Betrieb des Kraftwerks ermittelt:	4
Berechnung der Netto- Ersparnis an CO2	7
Die Geschichte des Kraftwerkes Freudenu	7
Lebensqualität	8
Wirtschaft.....	8
Fischerei.....	8
Landwirtschaft.....	8
Gewerbliche Schifffahrt.....	9
Tourismus	9
Beschäftigung durch den Bau eines Kraftwerkes.....	9
Fazit	9
Umwelt	9
Donau	9
Klima bzw. Schadstoffe.....	10
Europa	11
Interview mit Herrn Helmut Wagner	11
Technische Fakts:	13
Resümee.....	15
Quellenverzeichnis:	15

Einleitung:

Bei unserer Facharbeit handelt es sich um eine umwelthistorische Forschungsarbeit, deren Themenschwerpunkte sich auf das Flusskraftwerk Freudenuau beziehen. Jetzt stellt sich die Frage, warum eine Anlage gewählt wurde, welche aus der Zeit zwischen 1992-1997 stammt. Fehlt hier nicht der umwelthistorische Kontext? Darüber kann man streiten, aber nach fast 15 Jahren Betrieb ist es durchaus legitim nach Auswirkungen auf die Umwelt zu forschen.

Die Ziele unserer Facharbeit sollen sich auf die Energieeffizienz und die Umweltveränderung beziehen, welche durch das Donauflusskraftwerk Freudenuau hervorgerufen wurden. So haben wir drei Themenkreise aufgestellt und folgende Schwerpunkte festgelegt:

CO2-Bilanz:

Ab welchen Zeitpunkt hat das Kraftwerk so viel Energie/CO2 geliefert/eingespart wie jene die zum Bau und jetzt im Betrieb benötigt wurde/wird (Beton, Stahl Herstellung, Transport, u.s.w.)

Außerdem haben wir uns gefragt, wie viel Energie wird für den Betrieb des Kraftwerks benötigt, da ja ständig Wartungen vorgenommen werden müssen, und der Schotter, welchen der Fluss mit sich mitführt, muss an dem Kraftwerk vorbei transportiert werden.

Auswirkungen auf die Auen:

Dieser Teil der Facharbeit befasst sich mit der Debatte rund um den Bau und dessen Folgen für die Donau- Auen.

Technische Fakts:

Gegen Ende der Arbeit befassen wir uns kurz mit den Technischen Daten des Kraftwerks, um der Forschungsarbeit in ihrem ganzen Ausmaß mehr Abrundung zu verpassen.

CO2-Bilanz:

Zu diesen Themenschwerpunkt haben wir folgende Hypothese aufgestellt: Der Bau dieses Kraftwerks hat eine gewisse Menge an CO2 freigesetzt, ab welchen Zeitpunkt ist dieses CO2 wieder eingebracht durch die „saubere“ Energiequelle Wasserkraft. Der Betrieb, vor allem die Schotterweiterleitung, setzt Kohlendioxid frei, rentiert sich das Kraftwerk durch diese Umweltschutzaufgaben überhaupt?

Um den „Break-even-point“ der CO2 Bilanz zu errechnen muss zuerst die Einsparung pro Jahr ermittelt werden.

In der folgenden Berechnung wird die Brutto CO2 Ersparnis ermittelt:

In einem Jahr liefert das Kraftwerk Freudenuau 1.052 GWh elektrische Energie. Ein kalorisches Kraftwerk müsste ungefähr die dreifache thermische Energie verbrauchen um die Leistung pro Jahr zu bringen, das sind 3.156 GWh thermische Energie pro Jahr. Ein modernes Kraftwerk wird heutzutage

mit Erdgas betrieben, deshalb vergleichen wir das Kraftwerk Freudenu mit einem durchschnittlichen mit Gasturbinen betriebenen Kraftwerk

Der Heizwert von gasförmigen Stoffen wird bezogen auf ein Volumen von einem Kubikmeter, bei einem Bar Druck und null Grad Celsius Temperatur. Bei Erdgas beträgt der Heizwert in diesem Fall zwischen $9,7 \text{ kWh/m}^3$ und $12,5 \text{ kWh/m}^3$ ¹

Um die benötigte Menge an Erdgas zu ermitteln, wird die thermische Energie pro Jahr durch den Heizwert dividiert:

$$\frac{3.156 \cdot 10^9 \text{Wh}}{9,7 \cdot \frac{10^3 \text{Wh}}{\text{m}^3}} = 325.360.825 \text{m}^3$$

Berechnung mit dem unteren Grenzwert

$$\frac{3.156 \cdot 10^9 \text{Wh}}{12,5 \cdot \frac{10^3 \text{Wh}}{\text{m}^3}} = 252.480.000 \text{m}^3$$

Berechnung mit dem oberen Grenzwert

Bei der Verbrennung von einem Kilogramm Erdgas entstehen $2,79 \text{ kg CO}_2$. Da die Dichte von Erdgas zwischen $0,7 \text{ kg/m}^3$ und $0,84 \text{ kg/m}^3$ ² liegt, entstehen bei der Verbrennung von einem Kubikmeter Erdgas zwischen $1,95 \text{ kg}$ und $2,34 \text{ kg CO}_2$ ³. Um die größte Bandbreite eines kalorischen Kraftwerks dieser Größenordnung zu ermitteln werden wir die kleinste Erdgasmenge mit der kleinsten CO_2 Menge und die größte Erdgasmenge mit der größten CO_2 Menge multiplizieren:

$$252.480.000 \text{m}^3 \cdot \frac{1,95 \text{kg}}{\text{m}^3} = 492.336.000 \text{kg CO}_2$$

$$325.360.825 \text{m}^3 \cdot \frac{2,34 \text{kg}}{\text{m}^3} = 761.344.331 \text{kg CO}_2$$

Kontrollrechnung: Laut deutschem Umweltbundesamt⁴ entstehen bei einer Erzeugung von einer kWh Energie durch die Verbrennung von Erdgas 202g CO_2 das ergibt bei uns:

$$3.156 \text{GWh} = 3.156 \cdot 10^6 \text{kWh} \triangleq 3.156 \cdot 10^6 \cdot 0,202 \text{kg CO}_2 = 637.512.000 \text{kg CO}_2$$

Dies entspricht in etwa dem Mittelwert meiner Berechnung.

In der folgenden Berechnung wird der CO_2 Aufwand(Emission) für den Betrieb des Kraftwerks ermittelt:

Der wohl größten Beitrag zu diesem Wert ist der Aufwand um die Umweltauflage der Geschiebeabgabe zu erfüllen. Jeder Fluss transportiert Schwebstoffe, aber vor allem Schotter mit sich, doch bei jeder Staustufe wird dieser Transport unterbrochen. Der überschüssige Schotter im Stauraum führt zur Verlandung des Stauraums, im extremsten Fall zu Schäden an der Turbine. Die stagnierten Schwebstoffe führen zu einer Verklebung des Bodens im Stauraum, dies führt zu einem schlechten Wasseraustausch zwischen Fluss und Grundwasser (Kolmation). Das Fehlen des Schotters unterhalb der Staumauer führt zu einer Eintiefung des Flussbetts, der Fluss reißt mit seiner „überschüssigen“ kinetischen Energie Schotter aus der Sohle des Flussbetts. Dies führt zu einem Absinken des Wasserspiegels und somit zu einem Absinken des Grundwasserspiegels. Das hat zur Folge:

¹ Heizwertangaben: <http://de.wikipedia.org/wiki/Heizwert>

² Dichte von Erdgas: http://de.wikipedia.org/wiki/Erdgas#Physikalische_Eigenschaften

³ CO_2 Emission bei Verbrennung von Erdgas: http://www.spritmonitor.de/de/berechnung_co2_ausstoss.html

⁴ http://www.bkwk.de/aktuelles/technik/Hinweise_Stromkennzeichnung.pdf

- Das Grundwasser kann nur mehr eingeschränkt genutzt werden
- Die Au wird trockener (Harte Au).
- Der Strom und die Altarme sind noch geringer vernetzt.
- Auf lange Sicht kommt es zum Sohlerdurchschlag: D.h.: Der Schotter ist zur Gänze abgetragen, die feine Schicht aus dem Tertiär ist freigelegt. Und was dann die Donau mit diesem feinem Material macht, kann niemand sagen.

Die Eintiefung der Donau wird durch das Ausbaggern der Schiffahrtsrinne auf 2,5m Tiefe und 120m Breite begünstigt. Durch eine Zugabe von 160.000 m³ Donauschotter pro Jahr soll die Eintiefung von derzeit 3cm pro Jahr reduziert werden. Diese Geschiebezugabe kostet rund 2,1 Mio. € jährlich.



Baggerschiff, unterhalb von Freudenau

http://www.bafg.de/cln_007/DE/05__Wissenstransfer/02__Veranstaltungen/2007/05-11-07__vortrag__habersack,templated=raw,property=publicationFile.pdf/05-11-07__vortrag__habersack.pdf



Verklappungsschiff

Bild Verbund

Meine Berechnungen sind auf den CO₂ Ausstoß der Geschiebezugabe fokussiert. Da mir keine konkreten Informationen zur Verfügung stehen gehe ich davon aus, dass der Schotter welcher sich bei der Staumauer oberstrom ansammelt ausgehoben und unterstrom auf einer Strecke von 11km zugegeben wird. Ich kann hier leider nur von Schätzwerten schreiben, jedoch da die Staumauer 8,5m hoch ist, beziehe ich die Hubarbeit des Schotters auf 15m Hubhöhe. Die Dichte von Schotter liegt zwischen 1700kg/m³ und 1900kg/m³ ⁵.

Formel der Hubarbeit: $W = m \cdot g \cdot h = \rho \cdot V \cdot g \cdot h = 1900 \cdot 160.000 \cdot 9,81 \cdot 15 \text{ J} \approx 4,5 \cdot 10^{10} \text{ J}$

Bei dieser Berechnung habe ich die größere Dichte für Schotter genommen, weil es sich hier um feuchten Schotter handelt. Jetzt rechne ich diese Energie in kWh um. $1 \text{ kWh} \triangleq 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$

$$4,5 \cdot 10^{10} \text{ J} \triangleq \frac{4,5 \cdot 10^{10}}{3,6 \cdot 10^6} \text{ kWh} = 12426 \text{ kWh}$$

Wird eine Arbeit von 1kWh mit einem Dieselmotor erbracht, so werden dabei 798g CO₂ freigesetzt.

Die Geschiebezugabe setzt also nach meiner Rechnung

$$12426 \text{ kWh} \cdot 798 \text{ g CO}_2 = 9915948 \text{ g CO}_2 \approx 10000 \text{ kg CO}_2 \text{ frei.}$$

Bei der Exkursion ins Kraftwerk Freudenua erfuhren wir, dass der gesamte Eigenverbrauch an Energie rund 10 GWh bis 15 GWh (siehe Interview weiter unten) beträgt. Umgerechnet, wenn diese Energie aus Erdgas gewonnen wird, ergibt das eine CO₂ Menge von 2020000 kg CO₂ bis 3030000 kg CO₂. Dabei lege ich für 1 kWh elektrische Energie 202g CO₂ zugrunde. ⁽⁴⁾

⁵ <http://www.gesundbauen.at/BER3-BTE.htm>

Berechnung der Netto- Ersparnis an CO₂

Wir bilden die Differenz zwischen Bruttoersparnis und dem CO₂ Äquivalent, das sich aus dem Betrieb des Kraftwerks ergibt.

Diese Rechnung ergibt eine Ersparnis von 490.316.000 kg CO₂ bis 634.482.000 kg CO₂ pro Jahr.



Kraftwerk Freudenau

http://www.verbund.at/static_verbund_internet/images/files_media/bfr_kw4_i.jpg

Die Geschichte des Kraftwerkes Freudenau

Das Kraftwerk Freudenau ist das größte Laufkraftwerk, das in einer Millionenstadt bisher errichtet wurde. Es ist das zehnte und letzte der österreichischen Donaukraftwerke. Da der Bau solch eines Kraftwerkes sehr aufwendig und teuer ist wurde 1991 in Wien eine Volksbefragung durchgeführt. Nachdem diese mit großer Mehrheit befürwortet wurde, konnte 1992 mit der Errichtung des Kraftwerkes begonnen werden. Im Jahre 1998 gelang es zum ersten Mal die Bevölkerung mit Strom aus dem Kraftwerk zu beliefern.



Bild: Verbund

Lebensqualität

Die meisten Kraftwerke sind dafür bekannt, dass sie nicht umweltfreundlich, denn sie können einen erheblichen Eingriff auf die bisherige Lebensqualität von Tier und Mensch, aber auch auf unsere Umwelt bewirken. Denn diese Veränderungen betreffen Flüsse, Böden, zusammengefasst die umliegende Natur, die essentiell für Lebewesen ist.

Doch das Kraftwerk Freudenau widerlegt diesen Vorwurf, denn es gehört zu der Kategorie Wasserkraftwerke, genauer gesagt zu den Laufkraftwerken. Speziell das Kraftwerk Freudenau lag die Problematik Umweltschonung am Herzen, denn es investierte ca. 750 Mio. Schilling zur Sicherung der Lebensqualität. Diese Bemühungen zeigten sich zB im Bau einer kilometerlangen Promenade und eines Fahrradweges, der sogar über das Kraftwerk zur Donau Insel führt, sowie eines Fischbaches.

Wirtschaft

Die Wirtschaft spielt natürlich eine wichtige Rolle für den Bau eines Kraftwerkes, denn dieser hat sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf die Ökonomie einer Region.

Die Einnahmen eines solchen Werkes werden zum Teil wieder in Konsumgüter und Forschung investiert. Weiters kommt es zur Entstehung neuer Arbeitsplätze. Es entsteht ein geschlossener Kreis, der sowohl für die nationale als auch internationale Wirtschaft bedeutsam ist. Diese Arbeit stellt jedoch die Auswirkungen auf die nationale Wirtschaft in Vordergrund.

Fischerei

Der Schutz und die Erhaltung des Fischbestandes und der Artenvielfalt ist stellt ein primäres Problem der Wasserkraftwerke dar, denn dieses Problem zieht andere mit sich. Wenn es zu einer Reduktion der Artenvielfalt der Donau kommt, sinkt sowohl der Bestand an Fischen. Dies hat zur Folge, dass die Wirtschaft darunter leidet, denn um dies zu verhindern, wurden Regelungen für die Fischerei eingeführt. Die Fischer dürfen nur mehr eine bestimmte Anzahl an Fischen fangen und können somit weniger verkaufen. Ihre Einnahmen sinken und sie können sich nur mehr schwer ihren Lebensunterhalt finanzieren.

Landwirtschaft

Für die Landwirtschaft hat die Errichtung eines Kraftwerkes sowohl positive als auch negative Aspekte. Ein Vorteil stellt das Aufstauen eines Fluss, denn das aufgestaute Wasser kann zur Bewässerung von Feldern und Erholungsgebieten genutzt werden. Bezogen auf das Kraftwerk Freudenau spielt dieser Vorteil eine eher kleinere Rolle, denn in Wien und Umgebung gibt es nicht viel Landwirtschaft. Jedoch kann es zur Versalzung durch das Bewässern mit dem aufgestautem Wasser kommen, dies führt zu einem Verlust der Fruchtbarkeit des betroffenen Bodens.

Da durch das Aufstauen die Gefahr für Hochwasser steigt, wird der Hochwasserschutz immer wieder verbessert und die Sicherheit gewährleistet werden kann. Dies hat zur Folge, dass die Lebensqualität und somit auch die Grundstückspreise steigen.

Der bedeutendste Nachteil eines Kraftwerkes ist jedoch die Tatsache, dass Menschen oder sogar ganze Dörfer umgesiedelt werden müssen. Für den landwirtschaftlichen Sektor kann dies Ernterückgänge aber auch Verlust von fruchtbaren Böden bedeuten. Dies wiederum stellt ein Nachteil für die Wirtschaft dar.

Gewerbliche Schifffahrt

Der Erbau eines Wasserkraftwerkes bedeutet nicht nur für die Natur und die Fischerei erhebliche Einschnitte, sondern auch für die gewerbliche Schifffahrt, denn die Beschiffbarkeit kann durch das Aufstauen eines Flusses beeinträchtigt werden. Um dies zu verhindern, ist die Errichtung einer Schleuse von Nöten. Diese Art von Anlagen stehen in kleinem Zusammenhang mit dem primären Zweck des Kraftwerkes, der Stromerzeugung. Um den Niveauunterschied zu bewältigen wird ein Aufenthalt in der Schleuse erforderlich, hier kommt es jedoch zu einem hohen Unfallrisiko durch das begrenzte Platzangebot. Diese Gefahr wurde 1996 zur traurigen Realität im Kraftwerk Freudenu, denn es kam zu einem sehr schweren Schiffsunglück. Während des Baues erreichte ein slowakisches Schiff aufgrund der starken Strömung die Einfahrt der Schleuse nicht. Es wurde gegen die Wehrfeld gedrückt. Das Boot erlitt einen Totalschaden und 8 Personen verloren ihr Leben bei diesem tragischen Unfall.

Trotz dieses hohen Risikos, verspricht eine Schleuse eine hohe Zeit- und Kostenersparnis. Dies wird durch die Reduzierung der Stromgeschwindigkeit und die Vermeidung von Umfahrungen erreicht. Die erzielten Ersparnisse sind so hoch, dass der Wasserweg um einiges billiger geworden ist und somit konnte ein großer Teil des Transports am Land auf das Wasser verlagert werden. Dies hängt natürlich von der Infrastruktur der Länder ab, Speditionen wählen eher den Wasserweg, wenn in ihrem Staat ein Fluss vorhanden ist und die Zugangsmöglichkeiten günstig sind effizient angelegt sind, z.B. Werfte. Diese Verlagerung hat aber auch Vorteile für die Umwelt, denn es kommt zu einem geringeren Ausstoß von CO₂.

Tourismus

Ein Laufkraftwerk hat enormen Einfluss auf die Landschaft und kann somit einen erheblichen Rückgang des Tourismus bewirken. Um dem entgegen zu wirken, kann man das Kraftwerk zu einer Hauptattraktion machen, zB Führungen im Wasserkraftwerk Freudenu, machen oder den Fremdenverkehr verlegen bzw. umlenken.

Beschäftigung durch den Bau eines Kraftwerkes

Wie oben schon erwähnt spielt die Erschaffung von Arbeitsplätzen eine große und wichtige Rolle bei der Errichtung eines Kraftwerkes.

In der Bauphase des Kraftwerkes wurden temporäre Arbeitsstellen geschaffen, die zu einer größeren Kaufbereitschaft führen. Aber nicht nur die entstandenen Arbeitsplätze führten zu einem wirtschaftlichen Plus, sondern auch die Materialien, die zum Bau des Kraftwerkes verarbeitet wurden. Diese Tatsache hat nicht nur nationale Relevanz sondern auch internationale, da ein Großteil der Baustoffe und der Technik aus dem Ausland eingekauft wird. So schließt sich die Wirtschaftskette.

Fazit

Die wirtschaftlichen Auswirkungen eines Kraftwerkes sind im gewissen Maße vergleichbar mit anderen großen Bauprojekten. Die Investitionen müssen durch die Einnahmen gedeckt werden. Wenn die wirtschaftlichen Erwartungen erreicht bzw. garantiert sind, kann der Umweltschutz berücksichtigt und verbessert werden.

Umwelt

Donau

- Grundwasser

Durch das Aufstauen des Wassers wird in den Kraftwerksbereichen die Eintiefung der Donau und damit das gefährliche Absinken des Grundwasserspiegels verhindert. Auch die Wasserqualität hat deutlich zugenommen, da es gesetzlich nur noch erlaubt ist geklärtes Abwasser der Donau zuzuführen. Doch durch das Anheben des Grundwasserspiegels um 8m wurden bauliche Maßnahmen und ein Grundwassermanagementsystem nötig. Um das Grundwasser regulieren zu können mussten laut Verhandlungen 21 Brunnenpaare errichtet werden. Die Brunnen leiten entweder Wasser in den Stauraum des Kraftwerkes Freudenu oder es wird Wasser entnommen falls der Grundwasserspiegel zu hoch wird.

Klima bzw. Schadstoffe

– Bau

Der Bau des Kraftwerkes bedeutet für die Anrainer, aber vor allem für die Umwelt, enorm viel Belastungen, da eine Baustelle meist sehr viel Staub, Lärm und Schadstoffe produziert. Aber nicht nur die Baustelle selbst stellt eine temporäre Umweltverschmutzung dar, sondern schon der Transport der Baustoffe selbst, denn der Standorte von Wasserkraftwerke liegen meist sehr abgeschieden. Die Schadstoffe, die beim Bau ausgestoßen werden, können auch die Qualität des Wassers beeinträchtigen. Dies kann zu einem Anstieg der Schwebstoffbelastung führen. Da meist die Methode der Nassbauweise angewendet wird, kann es durch die Verwendung von Baumaschinen zu einer Verschmutzung des Wassers mit Schadstoffen kommen.

– Fische

Das Kraftwerk Freudenu legt viel Wert auf Umweltschonung und um diesem Engagement Ausdruck zu verleihen, haben sie einen 1,5km langen Fischbach angelegt. Das Ziel dieses Projekts war, den Fischen einen größtmöglichen Lebensraum zu ermöglichen. Sie können nun auch auf die andere Seite des Kraftwerkes gelangen und sie haben mehr Möglichkeiten zum Laichen. Doch durch einen Fischbach werden nicht alle Probleme gelöst, denn durch das Aufstauen der Donau kam es zu einem Rückgang rheophiler Fischarten, denn diese leben in bzw. bevorzugen strömende Gewässer. Wenn ihr Lebensraum, der Fluss, jedoch aufgestaut wird, kommt es zum Stillstand des Wassers und die Fische würden verkümmern. Weiteres sind sie auf Laichmöglichkeit in Ufernähe angewiesen. Diese Laichbiotope sind jedoch sehr sensibel auf Veränderungen des Wasserspiegels und der Strömungsgeschwindigkeit, wie es bei Flüssen mit Kraftwerken oft geschieht.

Aber dieser Eingriff verschafft anspruchslosen Fischen, wie zB Rotaugen und Brachse, auch Vorteile, da der Stauraum eine sehr gute Ernährungssituation zur Verfügung stellt, denn diese Fischarten werden im Stauraum sogar größer und schwerer als in freier Fließstrecke durch das große Futterangebot.

Doch das Kraftwerk ist auch eine große Gefahr, denn durch die Turbinen sterben viele Fische. Durch das Fischsterben wird ebenfalls die Lebensqualität anderer Lebewesen beeinträchtigt, denn die Fische stellen für viele Tiere die Ernährungsbasis dar, z.B. die Biber. Diese wurden in Wien aber erfolgreich angesiedelt.

Die Auen wurden durch den Bau eines Kraftwerkes vor dem Austrocknen bewahrt, da diese jetzt ausreichend mit Wasser versorgt werden. Insgesamt wird sehr darauf geachtet, dass Menschen und Tiere in ihrer Umgebung nicht gestört werden. Jedoch ist dies oft nicht möglich



Erholungsgebiet Bild: Verbund

– Klima

Durch das Aufstauen der Donau wird das Mikroklima gestört, dahingehend dass die Temperaturspitzen in Ufernähe geringere Werte aufweisen, als die Temperatur der Umgebung. Gleichzeitig beeinflusst es auch das lokale Klima, hinsichtlich Luftfeuchtigkeit, Niederschlagsverteilung, Windhäufigkeit und Windstärke. Diese werden verändert durch die Verringerung der Fließgeschwindigkeit.

Die Effekte sind in so einem geringen Ausmaß, dass es für die Tier- und Pflanzenwelt nicht relevant ist.

Europa

Abschließend war die Entscheidung der Wiener Bevölkerung richtig. Obwohl es belegt ist, dass Wasserkraft auch Nachteile mit sich bringt, ist diese Variante ein Schritt in die umweltfreundliche Richtung!

Um die Welt, so wie wir sie kennen, zu erhalten.

Interview mit Herrn Helmut Wagner

Zusätzliche Quelle:

Als unsere Klasse(4AHMIM) im Kraftwerk Freudenu eine Exkursion durchführte, war es mir möglich dieses Interview mit Helmut Wagner, dem PR-Beauftragten des Kraftwerks, zu führen. Der Inhalt ist selbstverständlich stark gekürzt und auf das Wesentliche beschränkt.

Frage: Wie wird Die Geschiebezugabe Unterstrom bewerkstelligt?
Transportweg, Baggerarbeiten in der Schiffahrtsrinne.

Antwort: Das Geschiebe stammt von Baggerarbeiten in der Donau bei Krems. Die Donau lagert dort Sedimente an und die Schifffahrtsrinne muss ständig freigebaggert werden. Feinsedimente stammen den Schleusenhöfen.

Frage: Wie groß ist der Eigenverbrauch an Energie im laufenden Betrieb? Ich meine Heizung, Erregerstrom der Dynamorotorwicklungen, Stromverbrauch, Schleusenbetrieb, Grundwasserbrunnen, Abfallentsorgung, Wartungsarbeiten, Wartungszyklen.

Antwort: Der Eigenverbrauch an Energie liegt bei einem bis eineinhalb Prozent der erzeugten Energie. Bemerkung meinerseits: Das das Kraftwerk pro Jahr rund 1000 GWh elektrischer Energie liefert, sind das zwischen 10 und 15 GWh Eigenverbrauch im Jahr. Das sind pro Tag zwischen 27 MWh und 41 MWh.

Frage: Gibt es Berechnungen über den Energieaufwand in CO₂ welcher beim Bau des Kraftwerks benötigt wurde: Beton, Stahl, Gewicht einer Turbine, Bau des Stauraumes, Bau der elektrischen Anlagen?

Antwort: Es gibt diese Berechnungen. Das Kraftwerk hat nach 8 Jahren das CO₂, welches beim Bau freigesetzt wurde, durch die umweltfreundliche Energiegewinnung eingespart.

Anmerkung der Verfasser: Diese Berechnungen sind laut Helmut Wagners Auskunft nicht auffindbar.

Frage: Was ist eine Schlitzwand, was ist eine Schmalwand?

Antwort: Hierbei handelt es sich um unterirdische Dichtwände um den Grundwasserfluss zu unterbinden. Der Grundwasserspiegel rund um das Kraftwerk wird mit Brunnen reguliert. Die häufigere Anwendung finden Schmalwände, um zu Dichten werden Dichtende Elemente(Platten) mit einer Ramme in das Erdreich gerammt. Wo Dies aufgrund der örtlichen Bedingungen nicht möglich ist(zu wenig Platz, Fels Fragmente im Untergrund, usw.) kommen Schlitzwände zum Einsatz. Es wird ein schmaler Schlitz mit einem Bagger ausgehoben und die Dichtelemente werden eingesetzt und eingegraben.

Frage: Wie ist die Bauweise der Dämme des Stauraums: Abmessungen, Material?

Antwort: Die Erddämme waren Großteils auf Grund des Hochwasser Schutzes für Wien schon vorhanden. Sie wurden nur fertiggestellt und mit Dichtwänden(siehe vorige Frage) versehen.

Frage: Was ist der Erntefaktor des Kraftwerks?

Antwort: Ist mir nicht bekannt.

Anmerkung: Erklärung des Erntefaktors, <http://de.wikipedia.org/wiki/Erntefaktor> ; 9.3.2010: „Der **Erntefaktor** eines **Kraftwerks** beschreibt das Verhältnis der Nutzenergie (Elektrizität, seltener auch Nutzwärme) zu der im Anlagenlebenszyklus aufgewandten Energie (auch **kumulierter Energieaufwand** oder **Graue Energie**). Er beantwortet also die Frage: „Wie oft bekommt man die hineingesteckte Energie wieder heraus?“ Werte über Eins bedeuten dabei eine positive **Gesamtenergiebilanz**.“ Der Erntefaktor liegt bei einem Flusskraftwerk ungefähr bei 100 bis 200 ⁶.

⁶ Erntefaktor: <http://de.wikipedia.org/wiki/Erntefaktor>

Frage: Wie lange ist die Betriebsdauer des Kraftwerks, welche Erneuerungen während der Betriebsdauer?

Antwort: Eine Betriebskonzession besteht für 90 Jahre.

Frage: Was ist die Anzahl der Beschäftigten?

Antwort: Das Kraftwerk hat rund 25 Beschäftigte.

Frage: Gibt es Berechnungen wie viel CO₂ der Energiebedarf des Kraftwerks im Jahr benötigt?

Antwort: Ja.

Anmerkung: Es stellte sich heraus, dass jene im Moment nicht auffindbar sind. Ich hätte gerne die Berechnungen des Kraftwerksbetreibers gehabt, um sie mit meinen obigen Berechnungen vergleichen zu können.

Technische Fakten:

Der folgende Teil der Facharbeit besteht aus einigen charakterisierenden Daten über das Kraftwerk Freudenuau.

Mehrkanalige Wehranlage für:

- Erzeugung elektrischer Energie
- Großschifffahrt
- Stadtgestaltung
- Hochwasserschutz
- Grundwasserwirtschaft

Regelarbeitsvermögen: 1,037 Mrd. kWh

Engpassleistung: 172 MW

Ausbau durchfluss: 3.000m³

Wehranlage: linksufrig, 4 Wehrfelder mit je 24m breite: Öl-hydraulisch betriebene Drucksegmente mit aufgesetzter Druckklappe

Krafthaus: strommittig, sechs Kaplan turbinen mit horizontaler Welle, Laufraddurchmesser 7,50m

Schleusenanlage:

- rechtsufrig; mit zwei Kammern; je 24m Nutzbreite
- 275m Nutzlänge, Füllung und Entleerung über eigenes Bauwerk
- Schleusenunterhaupt und -mittelhaupt: Öl-hydraulisch betriebenes Stemmtor
- Schleusenoberhaupt: Öl-hydraulisch betriebenes Drehmoment mit aufgesetzter Klappe

Kraftwerksinsel:

- situiert zwischen Krafthaus und Schleusenanlage als gestaltendes Element der Stromlandschaft, auf der Insel befinden sich: Betriebsgebäude, Werkstätten, Garagen etc.
- Zufahrt über eigene Werksbrücke über Unterhafen

Umgebungsbach am linken Ufer auf der Donauinsel: ökologisch ausgestattet für Fischaufstieg

Stauraum: Rückstaudämme sind identisch mit Hochwasserschutzdämmen der Stadt Wien

Rechtes Ufer:

- doppeltes Dichtwandssystem in Kombination mit Entnahme- und Schluckbrunnen zur gezielten optimalen Grundwasserbewirtschaftung im 2. und 20. Bezirk.
- Aufstau bedingte Anpassungsmaßnahmen der Uferbauwerke.
- Anordnung aller Schifffahrtsländen, parkähnliche Ufergestaltung.

Linkes Ufer: Dichtungen, ausgenommen der Bereich oberhalb des Hauptbauwerkes aus ökologischem Erfordernis: durchgehende ökologische Ufergestaltung, keine Schifffahrtsländen, Aufstau bedingte Anpassungsmaßnahmen im Bereich des Wärmekraftwerks Donaustadt sowie beim linken Donausammelkanal (Kühlwasser und Regenwasserrückgabe über Diffusoren)

Brückenhebungen: Zwecks Herstellung der Durchfahrtshöhe von 8m bei allen Schifffahrtswasserständen ergab sich die Notwendigkeit zur Hebung von drei Brücken:

- **Nordbahnbrücke: 1,70m**
- **Ostbahnbrücke: 4,30m**
- **Praterbrücke: 1,80m**

Maßnahmen zur Sicherung der Wassergüte im Stauraum: Sanierungsmaßnahmen an allen im Stauraum befindlichen Abwasserreinigungsanlagen gemäß dem Stand der Technik

Turbinen:

Drehstromsynchrongeneratoren

Fabrikat:	Elin
Anzahl:	6 Stück
Nennleistung:	32MVA
max. Leistung:	38MVA
Nennspannung:	10,5kV
Nennstrom:	1760A
Erregerstrom:	975A
Erregerspannung:	285V
Wirkungsgrad:	97,8%
Gesamtmasse:	328t
Masse Rotor:	157t
Masse Stator:	88t
Polzahl:	92
Nenn Drehzahl:	65,2min ⁻¹

Resümee

Abschließend kann gesagt werden, dass der Bau des Kraftwerks Freudenau mehr positive als negative Aspekte zeigt.

Vom Standpunkt des Umweltschutzes muss gesagt werden, dass durch den Bau des Hochwasserschutzes für Wien im 19. Jahrhundert, die Auen der Donau komplett vom Fließgewässer abgeschnitten wurden. Erst durch den Kraftwerksbau ist wieder eine Dotierung der Altarme mit Wasser erfolgt. Für die Auen ein durchaus positiver Effekt. Die Auen im Raum Wien wurden durch mehr als ein Jahrhundert dezimiert und zerstört. Das, was noch übrig ist, erholt sich jetzt recht rasch.

Betrachtet man die CO₂ Einsparungen, so kann man mit Recht sagen, dass dieses Kraftwerk einen wesentlichen Betrag zur Reduktion der CO₂ Emissionen bei der Energieerzeugung leistet. Nach meinen Berechnungen macht diese Ersparnis zwischen 490.000.000 kg und 640.000.000 kg CO₂ im Jahr aus. Der in die CO₂ Rechnung einbezogenen Industrien und Stromerzeuger in Österreich stießen rund 30.000.000.000 kg CO₂ im Jahr 2009 aus.⁷ Somit beträgt die Ersparnis durch das Kraftwerk Freudenau zwischen 1 und 2 Prozent.

Quellenverzeichnis:

- (1) Heizwertangaben: <http://de.wikipedia.org/wiki/Heizwert>
- (2) Dichte von Erdgas: http://de.wikipedia.org/wiki/Erdgas#Physikalische_Eigenschaften
- (3) CO₂ Emission bei Verbrennung von Erdgas:
http://www.spritmonitor.de/de/berechnung_co2_ausstoss.html
- (4) http://www.bkwb.de/aktuelles/technik/Hinweise_Stromkennzeichnung.pdf
- (5) <http://www.gesundbauen.at/BER3-BTE.htm>
- (6) Erntefaktor: <http://de.wikipedia.org/wiki/Erntefaktor>
- (7) <http://www.wirtschaftsblatt.at/home/414643/index.do>
- (8) Wolfgang Blaas, INDIREKTE AUSWIRKUNGEN VON WASSERKRAFTWERKEN (Band 5), Wien 1990, S. 38-71
- (9) Bilder: Kraftwerk Freudenau:
http://www.verbund.at/static_verbund_internet/images/files_media/bfr_kw4_i.jpg
Baggerschiff unterhalb Freudenau:
http://www.bafg.de/cln_007/DE/05_Wissenstransfer/02_Veranstaltungen/2007/05-11-07_vortrag_habersack,templateld=raw,property=publicationFile.pdf/05-11-07_vortrag_habersack.pdf
Sedimentmanagement an der Donau unterhalb Freudenau.
Bilder aus diversen Broschüren des Verbunds.

⁷ <http://www.wirtschaftsblatt.at/home/414643/index.do>