

Einleitung

Das Pellets-Dampfschiff ist ein Charterschiff für 200 Passagiere mit moderner Technik in der aussergewöhnlichen Hülle der historischen Spiez (Baujahr 1901). Es soll auf dem Thunersee verkehren. Der Schraubendampfer soll mit dem modernen Brennstoff Holzpellets befeuert werden und dabei die entsprechende Schweizer Industrie öffentlich sichtbar und erfahrbar portieren.

Mit dem angestrebten Konsortium von Partnerfirmen ist es möglich, ein historisches Passagierschiff mit einem ökologischen Antrieb zu revitalisieren, welches hinsichtlich Betriebs- und Personalaufwand einem modernen Diesel-Motorschiff ebenbürtig ist. Holzpellets wurden als Brennstoff ausgewählt, weil sie ein regionaler Rohstoff mit grossem Potential sind, jedoch gegenüber anderen Formen von Holz zusätzliche Vorteile aufweisen: Sie sind pumpbar und gegenüber Holzschnitzeln deutlich kompakter speicherbar.

Die für die Revaporisierung entstehenden Kosten sollen einerseits durch einen Förderverein, was die Schiffshülle, Interieur und Maschine betrifft, sowie durch die Schweizer Holzindustrie und interessierte Firmen und Verbände, was die Feuerung und das Brennstofflager anbetrifft, getragen werden. Für die Kosten von Spezialausrüstungen im Restaurantsbereich sowie für Rettungsanlagen soll die Betriebsgesellschaft aufkommen.

Eckpunkte des DS Spiez und neue Anforderungen

- Leermasse 53 Tonnen, Betriebsgewicht 70 Tonnen
- 200 Passagiere
- 2 Besatzungsmitglieder
- Geeignet für Ganzjahresbetrieb auf dem Thunersee mit behindertengerechtem Hauptdeck
- Betriebskosten gleich wie bei Diesel-Motorschiff gleicher Grössenordnung
- Wiederinbetriebnahme muss durch Förderverein und Sponsoren finanziert werden
- Übernahme- und Betriebsgarantie durch eine Linien-Schiffahrtsgesellschaft (BLS Schiffahrt)



Bild 1: Bild des Spiezerli [Quelle: BEO-News]

Das Anforderungsprofil an den Antrieb

- Ferngesteuerte Maschine mit ca. 150 kW Nominalleistung
- Automatisches Brennstoff-Management, automatische Feuerung und Entaschung
- Einsatz einer standartisierten Dampfmaschine von DLM AG
- Platzbedarf für Maschine und Brennstofflager in ähnlichem Rahmen wie Öl- oder Kohlebefeuerung
- Einhaltung der Grenzwerte der LRV (Luftreinhalte-Verordnung) für Holzfeuerungen

Sämtliche Komponenten des Projektes verwenden erprobte und bewährte Technologien, die nur in ihrer Kombination neu sind: Die automatischen, bedarfsgeregelten Holzfeuerungen im MW-Leistungsbereich mit Prozessdampfproduktion ebenso wie der Bau von modernen, ferngesteuerten Dampfmaschinen für Schiffe. Als Besonderheit ist jedoch zu erwähnen, dass die anvisierte Pelletsfeuerung die grösste mobile Anlage überhaupt sein wird.

Wieso eigentlich Holzpellets und nicht die kostengünstigeren Holzschnitzel? In einem Schiff sind die einfache, mobile Betankbarkeit, sowie Platzbedarf und Dichte des Brennstoffes von höherer Relevanz als der Brennstoffpreis. Pellets sind trotzdem zirka 3 mal kostengünstiger als Dieseltreibstoff und etwa gleich teuer wie Heizöl EL.

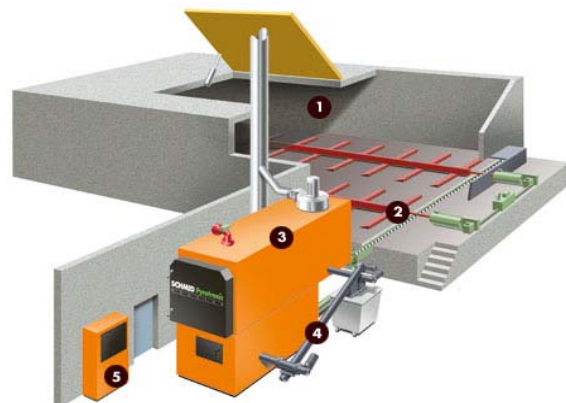
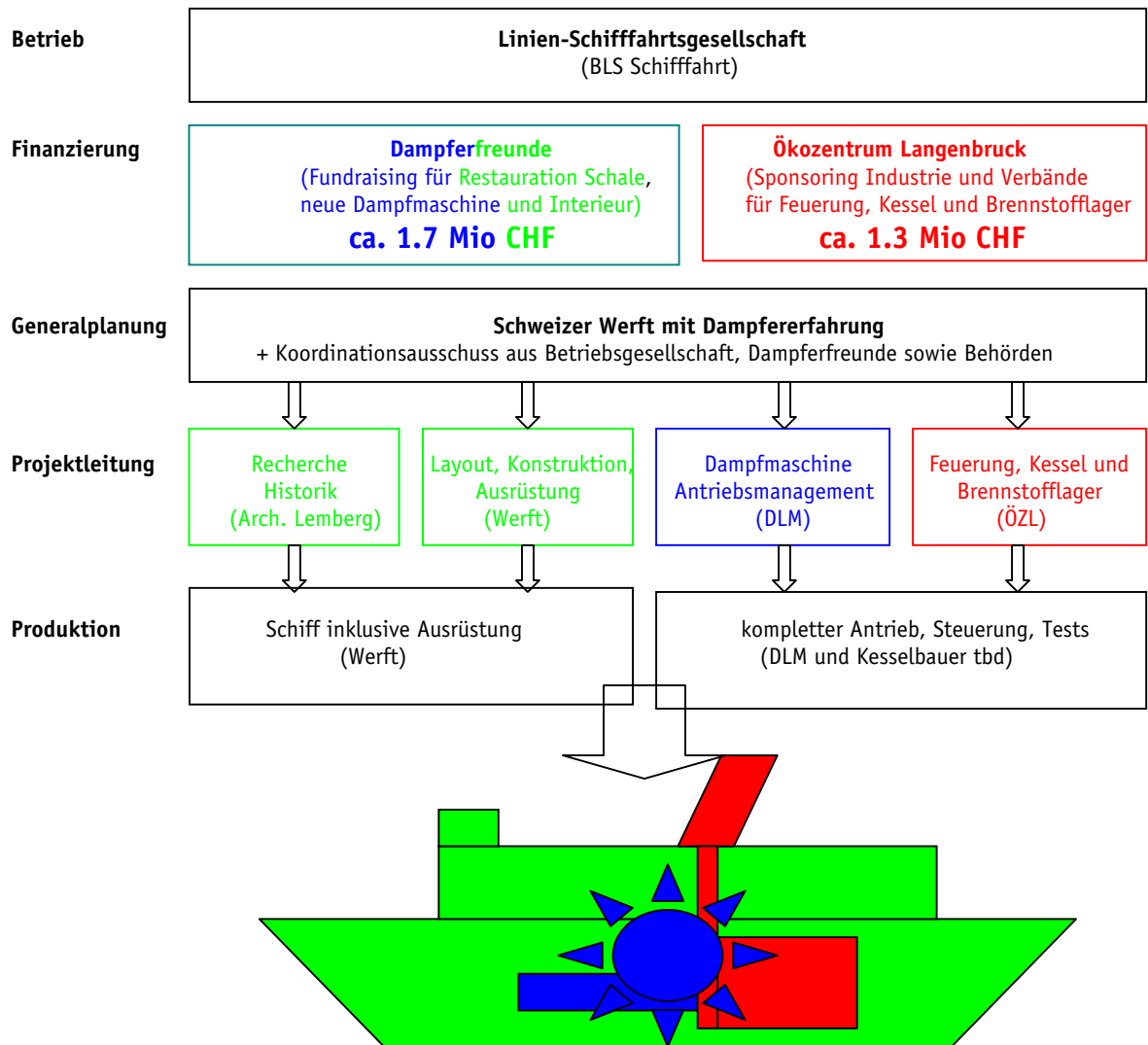


Bild 2: automatische Holzfeuerung mit Brennstoff-Silo (1), Brennstoff-Austragsystem (2), Low-NO_x-Kessel mit automatischer Kesselrohrreinigung (3), Ascheaustrag (4) und Steuerung (5) [Quelle: Schmid AG]

Mögliche Form des Konsortiums



Legende zur Grafik

- BLS** Die Schiffahrtsgesellschaft BLS Schiffahrt der BLS Lötschbergbahn AG ist Besitzerin des jetzigen MS Spiez und ist Auftraggeberin der Vorstudie zur Revaporisierung
- Dampferfreunde** Der Förderverein Freunde der Dampfschiffahrt auf Thuner und Brienersee ist Besitzer der Dampfschiffe Lötschberg und Blümlisalp und engagiert sich auch für die Revaporisierung des MS Spiez. Der Verein ist lokalpolitisch und in der Dampfschiffszene gut eingebunden und betreibt das Museum Vaporama in Thun.
- DLM AG** Dampflokomotiv- und Maschinenfabrik. Mitinitiantin des Projektes.
- ÖZL** Ökozentrum Langenbruck, Initiantin der Idee der Holzpellets-Feuerung für dieses Schiff. Unabhängiges Forschungs- und Entwicklungsinstitut im Bereich von erneuerbarer Energie und Feuerungstechnik mit Sitz im Baselländer- und Solothurner Jura.
- Werft / Kesselbauer tbd** (to be defined) Der Autorenschaft z.T. bekannte Firmen, die Erfahrung im Bereich der Dampfschiff-Revitalisierung aufweisen, aber im Zusammenhang mit diesem Projekt noch nicht kontaktiert wurden. Anm: Im Winter 2005/2006 ist die Werft der BLS in Thun durch die Revision der Blümlisalp belegt

Technische Fakten zur Pelletsfeuerung

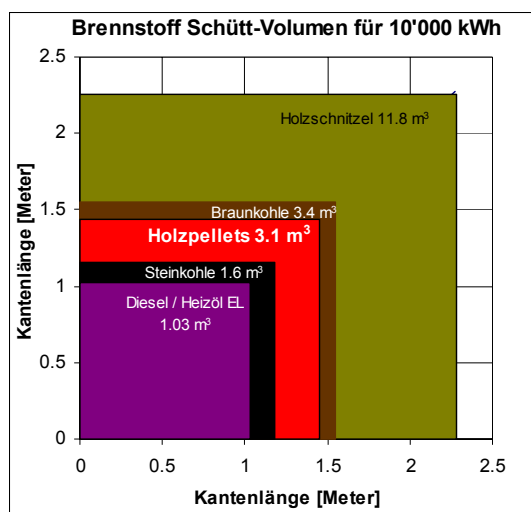


Bild 3 spezifische Energiedichte per Schüttvolumen

Zu Bild 3: Holzpellets sind ein kompakter Brennstoff. Die Energiedichte bezogen auf das Volumen liegt zwischen Braunkohle und Steinkohle und kann somit auf Dampfschiffen ohne Einschränkung verwendet werden, welche ursprünglich für den Betrieb mit Kohle gebaut wurden. Gegenüber konventionellen Holzschnitzeln (25% Feuchte) weisen Pellets eine 4 x höhere Energiedichte auf.

Zu den Bilder 4,5: Seit 1997 sind selbst Kleinanlagen für Einfamilienhäuser mit vollautomatischem Betrieb erhältlich. Mit mechanischen oder pneumatischen Fördersystemen wird eine wartungsfreie und automatisierte Brennstoffzufuhr zum Kessel gewährleistet.

Die Belieferung der Lagerräume per Tankwagen kann heute über eine Entfernung von 40 Metern problemlos gewährleistet werden. Mit dem normierten Tankschlauch wird nach vollendetem Füllvorgang der entstandene Holzstaub in den Tankwagen abgesogen.

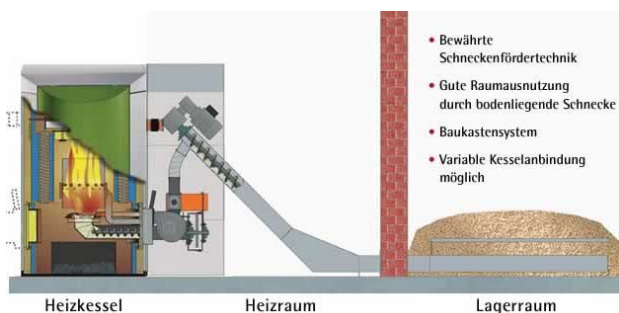


Bild 4 vollautomatischer 12 kW Kleinkessel mit Schneckenförderung

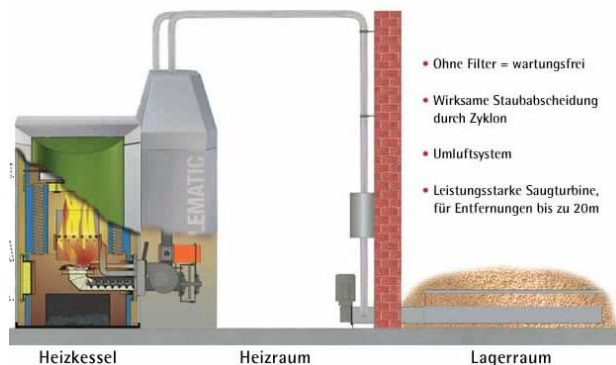


Bild 5 vollautomatischer Kleinkessel mit Pneumatikförderung



Bild 6 schwedischer 1000 kW Pelletbrenner (TPS)

Zu Bild 6: Das nebenstehende Bild zeigt einen ehemaligen 1 MW-Leichtölkessel, bei welchem der Ölbrenner durch einen Holzpelletsbrenner des Typs Bioswirl™ der Firma TPS mit gleicher Leistung ersetzt wurde (aluminiumfarbener Zylinder). Solche austauschbare Brenner werden mit bis zu 25 MW Leistung angeboten. Eine Pelletsfeuerung für ein Dampfschiff benötigt demnach nicht mehr Platz als eine Ölfeuerung.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Holzpelletsfeuerung für ein Dampfschiff auch kostenmässig im Rahmen einer vergleichbaren Heizöl-Feuerung liegen wird. Zusammen mit dem aufwändigeren Brennstoffmanagement und der Zuführung zum Kessel dürfte die gesamte Anlage einige wenige Prozentpunkte teurer werden als eine Feuerung für fossile Brennstoffe.

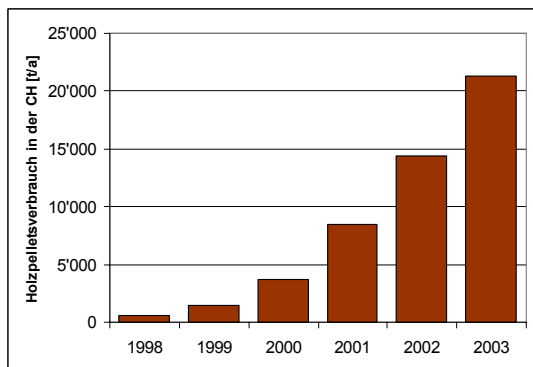


Bild 7 schweizerischer Holzpelletsverbrauch

Zu Bild 7: Der Schweizer Pelletsmarkt explodiert seit wenigen Jahren förmlich. In den Sägereien in der Schweiz fallen pro Jahr 180'000 Tonnen Sägemehl und Hobelspäne an (exklusive Eigenwärmebedarf). Von diesen wird erst ein Neuntel zu Pellets für den Inlandverbrauch weiterverarbeitet. Das Potential dieses Brennstoffes ist noch gross.

Zur Herstellung von Holzpellets werden weniger als zwei Prozent an externer, grauer Energie für Transport und Pressung verwendet. Die für eine allfällige Trocknung des Holzes benötigte Wärme stammt meistens ebenfalls aus Holzabfällen oder nicht QS-konformen Pellets.

Schweizer Pellets sind unter dem Label *Swisspellets* punkto Grösse, Dichte (> 1200 kg/m³) und Energiedichte (> 5.0 kWh/kg), sowie Ascheanteil (< 0.5%) genormt.

Ökonomische Fakten zu pelletsbefeuerten Dampfschiffen

Dampfmaschinen weisen auch bei moderner Bauart und Isolation einen Wirkungsgrad von nur ca. 15% auf. Deshalb ist der spezifische Brennstoffverbrauch eines Dampfschiffes etwa doppelt so hoch, als der eines äquivalenten Diesel-Motorschiffes mit ca. 33% thermo-mechanischem Wirkungsgrad.

Mit einem mechanischen Wirkungsgrad von 15% ist bei einer Dauerleistung von 150 kW_{Mech} demnach eine Brennstoffleistung von etwa 1'000 kW notwendig. Die Feuerung muss mindestens 1:5, besser 1:10, modulierbar sein, damit sie bei Landungen nicht ausser Betrieb gesetzt werden muss.

Ein neues Schiff dieser Attraktivität sollte ganzjährig betrieben werden können, da es sich zur Zeit im Charterbetrieb befindet, sind die folgenden Zahlen nur ungenaue, konservative Schätzungen. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass das Schiff durch die Revaporisierung eine Attraktivitätssteigerung erfährt, welche die Jahresauslastung erhöht. Siehe Zahlen zum „Modern Steam“-Programm der Firma DLM AG. Bei neuen Dampflokomotiven zeigt sich eindrücklich, dass die Dampftraktion nicht nur die alten Dampflokomotiven, sondern die Dieseltraktion fast vollständig verdrängt und sich nicht mehr nur mit den „sonnigen Sonntagen“ begnügen muss. Im folgenden einige Berechnungen und Daten zu Pellets, Energieverbrauch, Treibstoff und Betriebskosten.

Pelletsverbrauch des Dampfschiffes (150 kW)

Stundenverbrauch bei Volllast	200 kg/h
Jahresverbrauch (450 Volllaststunden)*	90 t/a (150 Betriebstage/a)
Tagesverbrauch (3 Volllaststunden)*	600 kg/d (0.9 m ³)
Wochenverbrauch (7 x 3 Volllast-h)*	4.2 t/Woche (6.4 m ³)
Schiffsgewicht (leer)	53 t

Brennstoffkosten des Dampfschiffes (150 kW)

CH-Holzpellets (CH, Offerte eines regionalen Lieferanten 2005)	285 CHF/Tonne	= 5.3 Rappen/kWh
Jahresverbrauch CH-Holzpellets	23'850 CHF franko Schiff	
Jahresverbrauch Heizöl (CH, Stand 22.8.05, franko Tank, ab 6to**)	44'178 CHF franko Schiff	+20'328 CHF/a
Jahresverbrauch als Dieselmotorschiff (Wirkungsgrad = 33%***)	36'615 CHF	+12'765 CHF/a

* Annahmen und Schätzungen

** ohne mögliche Sonderrabatte

*** Tankstellenpreis 22.8.2005 ohne 1.5 Rappen „Klimarappen“

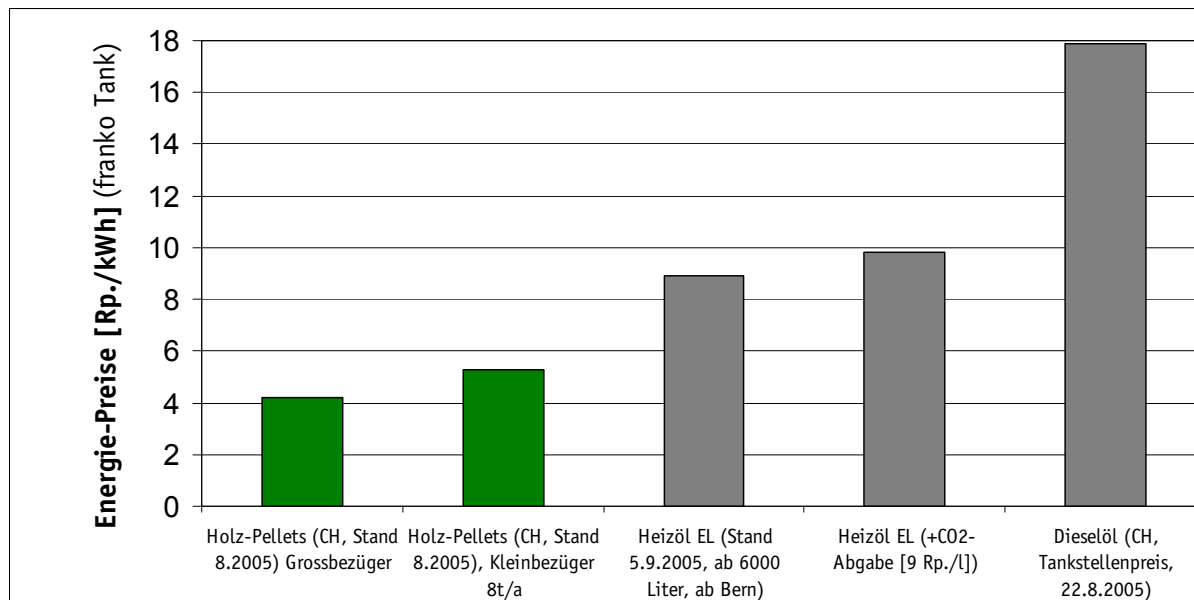


Bild 8: Es ist zu sehen: Schweizer Pellets sind für Grossbezüger schon heute rund halb so teuer wie Heizöl, und über 4 mal preiswerter als Dieseltreibstoff. Mit der beschlossenen Schweizer CO₂-Abgabe von 9 Rappen pro Liter wird sich der Kostenvorteil der Pellets noch erhöhen.

Betriebskosten

Mit dem Betrieb der Feuerung mit Holzpellets anstatt Heizöl sind trotz schlechterem Wirkungsgrad der Dampfmaschine tiefere Brennstoffkosten realisierbar, als bei einem Motorschiff mit Dieselantrieb im nicht steuerbefreiten Betrieb (z.B. Charter-, Sonderfahrten). Um nun die Betriebskosten in Relation zu konventionellen Dieselschiffen auszudrücken, muss auf die Zahlen von DLM AG verwiesen werden: Das Programm „Modern Steam“ der Firma DLM konnte mit Beispielen in Österreich und in der Schweiz eindrücklich zeigen, dass die Betriebskosten einer modernen Dampflokomotive und die einer Diesellokomotive vergleichbar sind, und zwar deutlich unter dem Niveau einer revidierten historischen Lokomotive. Dies hat eine starke Auswirkung auf den Einsatzsplit zwischen den verschiedenen Traktionsarten, was durch höhere Attraktivität der nostalgisch wirkenden Lokomotiven wiederum die Passagierzahlen insgesamt günstig beeinflusst. Aus Gründen der noch fehlenden Vergleichsmöglichkeiten bei Schiffen müssen die für die Lokomotiven gültigen Fakten auch für die Betriebskostenabschätzung für Dampfschiffe verwendet werden.

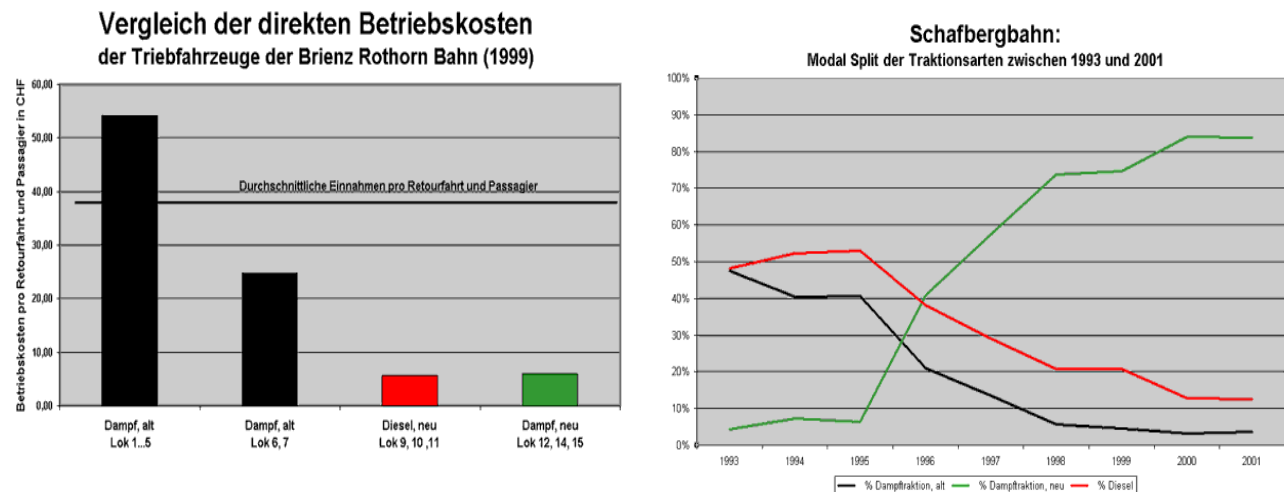


Bild 9: Weil die Betriebskosten gleich niedrig wie bei Dieseltriebwagenbetrieb ausfallen, aber die Dampflokomotiven starke Publikumsmagnete sind, werden die modernen Dampflokomotiven ungleich häufiger eingesetzt, wie rechts am Beispiel der Schafsbahn (A) gezeigt wird und befördern gesamthaft mehr Passagiere (Quelle: DLM AG)

Attraktivität: Höhere Passagierzahlen bei gleichen Betriebskosten

Untersuchungen mit statistisch auswertbarem Ausmass auf dem Vierwaldstättersee zeigen, dass Dampfschiffe **mindestens 20% mehr Passagiere** anziehen als konventionelle Motorschiffe. Dies wurde u.a. mittels Kurstausch und Angebotsänderungen ermittelt (Quelle: Dr. Hans Meiner, ehem. Direktor Schifffahrtsgesellschaft Vierwaldstättersee). Auf der Elbe zeigen Studien, dass der heute rentable Betrieb der Sächsischen Dampfschiffahrt nur dank der Attraktivität der Raddampfer möglich ist. Zudem ist auf Flüssen bei Niedrigwasser der Linienbetrieb mit Raddampfern länger möglich als mit schraubengetriebenen Motorschiffen (Quelle: M. Lohnherr, Geschäftsführer Sächsische Dampfschiffahrt).

Zeithorizont

Das Projekt startet JETZT! Die Machbarkeitsstudie soll im Winter 2004/2005 durchgeführt werden, damit nach einem Revaporisierungsentscheid im Frühling 2005 eine Fertigstellung Anfangs 2007 und Inbetriebsetzung Mitte 2007 realisierbar ist. 2007 ist 200ster Geburtstag der Dampfschiffahrt.

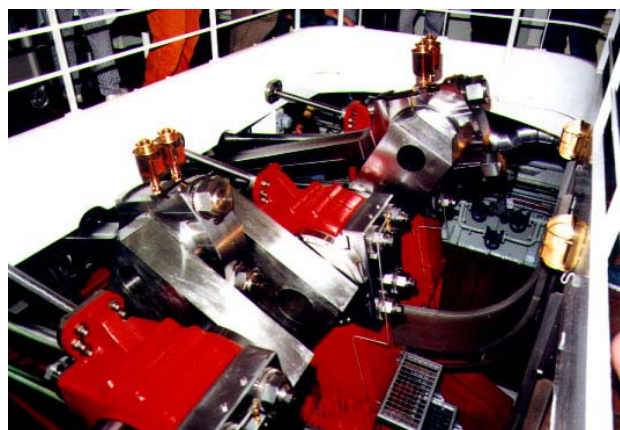


Bild 10: neue ferngesteuerte 650 kW Maschine der DS Montreux (DLM AG, Foto Robert Horlacher)



Bild 11: Einweihungsfahrt der Montreux nach der Revaporisation am 19.5.2001 (DLM AG, Foto Robert Horlacher)

Die bisher beteiligten Firmen

Professionalität ist das A und O eines solch grossen Projektes und eines aussergewöhnlichen Produkts, welches sich dennoch im täglichen Linieneinsatz bewähren muss. Folgende Firmen sind Initiantinnen des Vorhabens „Pelletsdampfschiff“ und durch ihre Erfahrung und ihr Auftreten am Markt für dieses Projekt geeignet:



Dampflokotiv- und Maschinenfabrik DLM AG

Gertrudstrasse 17
CH-8400 Winterthur
Tel. +41 52 368 21 00
Fax. +41 52 368 21 10
e-mail: info@dml-ag.ch
Internet: www.dml-ag.ch

Management Buy-Out des Traditionsunternehmens SLM Winterthur (später Sulzer Winpro). Grosse Erfahrung mit Revision, Restauration, Neubau und Umbauten von Dampfmaschinen und Lokomotiven weltweit. CAD- und FEM-unterstütztes Engineering und Konstruktion. Neuste und grösste Schiffsmaschine: Die Revaporisierung des Dampfschiffes Montreux von Dieselmotor- auf Dampf-Direktantrieb (650 kW).

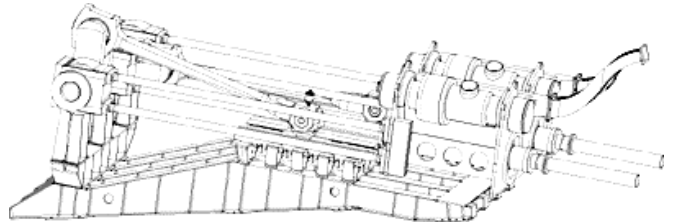


Bild 12: Neue, ferngesteuerte Dampfmaschine des DS Montreux (650 kW)



Bild 13: Kesselprüfung bei einer restaurierten Dampflokotiv



Ökozentrum Langenbruck
Foundation of Appropriate Technology and Social Ecology (FATSE)
Schwengistr. 12
CH-4438 Langenbruck
ph. ++41 62 387 31 11
fax. ++41 62 390 1640
e-mail: info@oekozentrum.ch
Internet : www.oekozentrum.ch

Privates, unabhängiges Institut, gegründet 1979 durch die Stiftung für angepasste Technologie und Sozialökologie. Betreibt angewandte Forschungs- und Entwicklung, sowie Emissions- und Leistungsmessungen in den Bereichen Biomasse-Verbrennung, Wärme-Kälte-Kraft-Kopplung und thermische Solarenergie. Neutrale Prüfstellung mit eigenen Labors und Werkstätten.

Nehmen Sie Kontakt mit uns auf:



Martin Schmid
Projektleiter Feuerungstechnik
Direktwahl: 062 387 31 37
e-mail: schmid@oekozentrum.ch



Bild 14: Funktionsmuster eines 240 kW Schnitzelkessel im Prüfstand

Anhang zur Dokumentation „Pellets-Dampfschiff“

Pelletslieferanten in der Schweiz

Die Zahl der Pelletslieferanten nimmt ständig zu. Bereits jetzt sind weitgehend alle Regionen der Schweiz abgedeckt. Der grösste Produzent ist AEK Pellet AG mit einer Produktionskapazität von 55'000 Tonnen pro Jahr und beliefert zusammen mit FENACO und Landi die ganze Schweiz, sowie das nahe Ausland. Der für die BLS nächste Produzent ist die *Peter Holzbau AG* in Blumenstein, in weniger als 10km Luftlinie zur Werft am Thunersee.

O. Bise SA,	1489 Murist FR	www.obise.ch
Rud. Nyffenegger AG,	3457 Wasen i. Emmental BE	www.pellets-emental.ch
AEK Pellet AG	4710 Klus SO	www.aekpellet.ch
Vogel AG,	4413 Büren SO	
Holz Pellets AG	9400 Rorschach SG	
Bürli Trocknungsanlage	6142 Gettnau LU	www.granulbois.ch
Granulbois	2208 Les Hauts-Geneveys NE	www.konradkeller.ch
Konrad Keller AG	8476 Unterstammheim ZH	www.peterholzbauag.ch
Peter Holzbau AG	3638 Blumenstein BE	www.holz-pellet.com
Fenaco Holz-Pellet	3001 Bern	
Köppel Transport AG	9443 Widnau SG	
Interspan Tschopp AG	6018 Buttisholz LU	www.interspan.ch
GersterCo AG	4242 Laufen BL	

Komfortable Pelletslieferung für Bezüge ab 3 Tonnen per Tankwagen



Abbildungen:

Tankfahrzeug mit OnBoard Wiegesystem. Die Distanz bis zum Silo kann 40m betragen. Das Absauggebläse entfernt den während des Einblasvorgangs entstandenen Staub und führt ihn in den Tankwagen zurück.