



KMK Kraft-Mobilität-Kopplung

Andreas Schwander

by



Dampflokomotiv- und Maschinenfabrik AG



Dampflokomotiv- und Maschinenfabrik AG

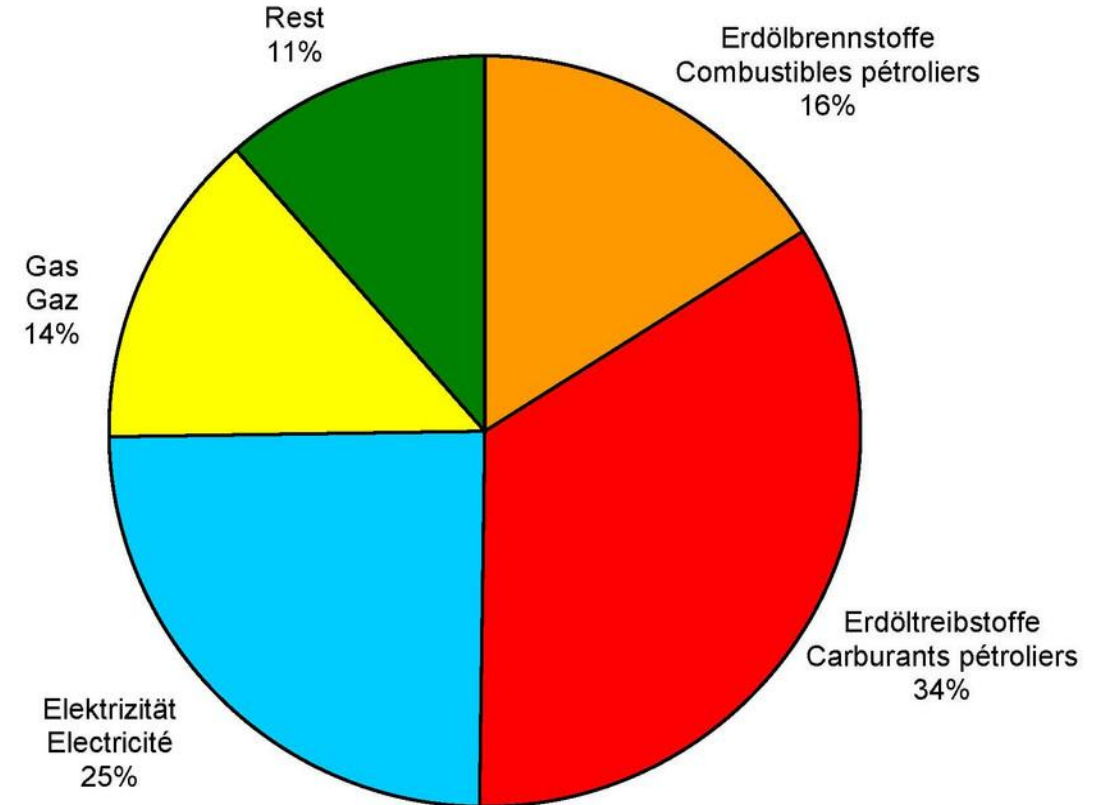
Andreas Schwander
KMK Kraft-Mobilität-Kopplung, Dampfspeichersysteme für mobile Anwendungen

20.02.2019

Energieverbrauch Schweiz

- Strom beträgt 25% des Energie-Verbrauchs
- Strom beherrscht 90% der Diskussion
- Der Bau von neuen Stromleitungen dauert 30 Jahre (Swissgrid)
 - 1 Jahr Planung
 - 2 Jahre Bauzeit
 - 27 Jahre Juristerei
- Projekte müssen nicht nur finanziell, und technisch, sondern auch juristisch darstellbar sein
- Die Energiewende muss zu 90% auf dem bestehenden Strom-Netz stattfinden
- Die volle Elektrifizierung von Mobilität, Heizung etc. ist damit unmöglich
- **Früher oder später kämpfen alle um die selben Steckdosen**

Endenergieverbrauch 2016
Consommation finale d'énergie 2016
(Total: 854'300 TJ)



Quelle: Bundesamt für Energie

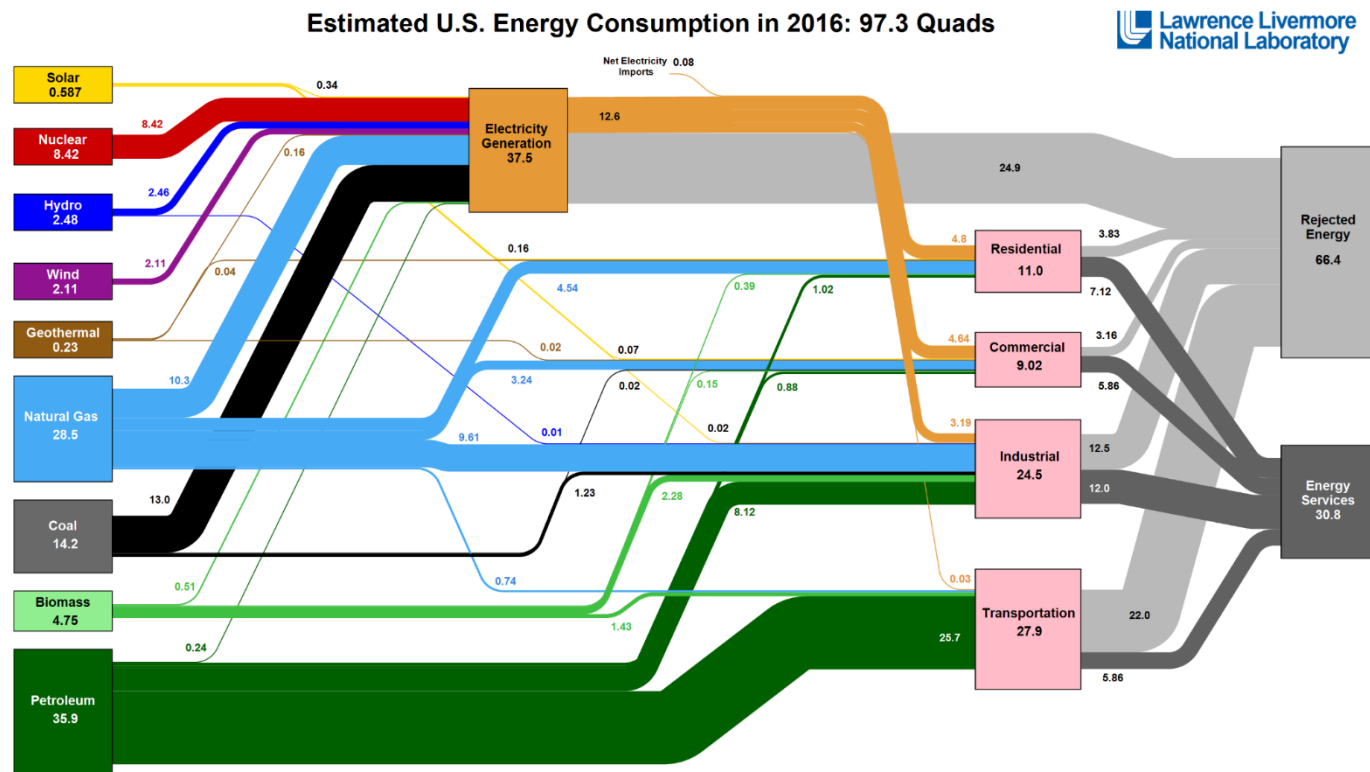


Dampflokomotiv- und Maschinenfabrik AG

Andreas Schwander
KMK Kraft-Mobilität-Kopplung, Dampfspeichersysteme für mobile Anwendungen

20.02.2019

2



Source: LBNL March, 2017. Data is based on DOE/EIA MER (2016). If this information or a reproduction of it is used, credit must be given to the Lawrence Livermore National Laboratory and the Department of Energy, under whose auspices the work was performed. This chart was revised in 2017 to reflect changes made in mid-2016 to the Energy Information Administration's analysis methodology and reporting. The efficiency of electricity production is calculated as the total retail electricity delivered divided by the primary energy input into electricity generation. End use efficiency is estimated as 65% for the residential sector, 65% for the commercial sector, 21% for the transportation sector, and 49% for the industrial sector which was updated in 2017 to reflect DOE's analysis of manufacturing. Totals may not equal sum of components due to independent rounding. LBNL-MI-610527

- «Rejected Energy» ist der Gorilla im Energie-Raum
- Zwei Drittel der verwendeten Energie wird gar nicht gebraucht und entweicht als Wärme
- Eine bessere Organisation der Abwärmeströme ist der Schlüssel zur Klimarettung
- Wenn nur ein kleiner Teil der «Rejected Energy» besser genutzt wird, ist es egal, welche Energiequellen ins System gelangen
- Stahl- und Zementwerke erzeugen zusammen 14% des weltweiten CO2 mit gewaltige Abwärme-Mengen und sehr hohen Temperaturen

Stellen Sie sich vor, unser Wunderantrieb ermöglicht...

- Kurze Ladezeiten, 1 MWh Traktionsenergie aufladbar während der Kaffeepause
- Leistung von 3 bis 3000 kW
- Lokal abgasfreier Betrieb
- Akku mit unbeschränkter Lebensdauer, 80 Prozent billiger als Lithium-Akku
- Wirtschaftlicher als Diesel oder Elektroantriebe
- 30% tiefere Treibstoffkosten vom ersten Tag an gegenüber Diesel

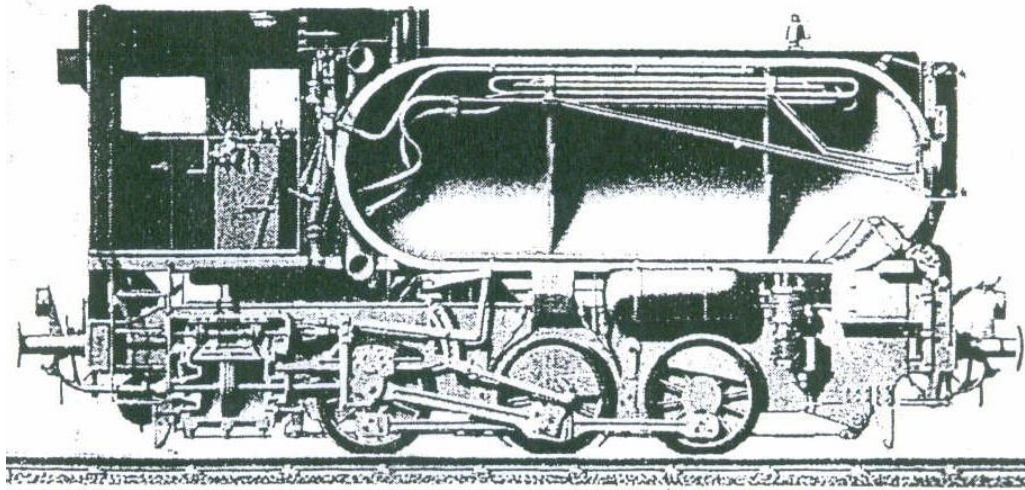


- Weniger CO₂-Emissionen als europäischer Strommix
- Bei gleichen CO₂-Emissionen wie Dieselbetrieb
 - Dreifache Menge CO₂-freier Strom
 - Zwanzigfache Menge Wind- und Solarstrom am Netz
 - Negative und positive Regelenergie
- **KMK bringt mit einer Neuordnung der Abwärmeströme einen sehr grossen Effizienz-Gewinn**
- **Der Gesamtwirkungsgrad ist höher als 50% gegenüber 5% bis 8% mit reinem Dieselbetrieb bei gleichen Emissionen**
- **Der Effizienzgewinn kommt vollumfänglich der Stabilität des Stromnetzes und dem Klima zugute, weil damit das Stromnetz auch bei massiv höhere Einspeisung von Wind- und Solarstrom stabil gehalten werden kann**

Tu den Dampf in den Tank



Niederdruck-Speicherlok von DLM AG, während dem Ladeprozess bei der Brauerei Falken in Schaffhausen



- Niederdruck-Speicherloks werden mit rund 20 bar geladen
- Moderne Dampfspeicherfahrzeuge basieren auf dem Hochdruck-Prinzip von Henschel-Gilli aus den 1950er Jahren.
- Der Druck in Hochdruckspeicherloks beträgt 80 bar bis 120 bar
- Der Betriebsdruck der Dampfmaschine liegt bei 16 bar
- Keine Verbrennung an Bord, das Fahrzeug fährt abgasfrei.

Dampf läuft und läuft und läuft und läuft

Grosskraftwerke Mannheim, Kohlekraftwerke, Deutschland

- Anzahl Lokomotiven 4
- Dampfmenge 6 – 10 Tonnen
- Ladezeit ca. 20 Minuten
- Betriebszeit 8-Stunden-Schicht
- In Bewegung pro Schicht ca. 5 Stunden
- Zugsgewicht 3500 t. - 4500 t.
- Technischer Stand 1920 - 1950

- Gewicht der Lokomotive
inklusive der Energie im
Verhältnis zum Gewicht
des Zuges: ca. 1.8%

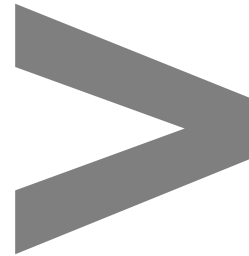
Energiekosten pro Schicht: 3 € – 4.5 €



- **Katapulte auf Flugzeugträgern sind Dampfspeichersysteme**
 - Ohne Katapult ist ein Flugzeugträger lediglich eine grosse Zielscheibe
 - Dampf vom Kessel/Atomreaktor, kurzzeitig gespeichert in einem Druckgefäss
 - Reaktion in Sekundenbruchteilen mit höchster Leistung
 - Start mit maximal 40 Tonnen schweren Flugzeugen
 - Beschränkung nicht durch das Dampfsystem, sondern durch die Struktur des Flugzeuges.
 - Grössere Maschinen können für Katapultstarts nicht robust genug gebaut werden, bzw. das Strukturgewicht wäre im Verhältnis zur Nutzlast des Flugzeuges zu hoch.
- **Beschleunigung von Flugzeugen mit einem Gesamtgewicht von 40 Tonnen von 0 auf 280 km/h in 2 Sekunden**



Liebling, ich habe die Lokomotive geschrumpft



- Rangierlokomotiven sind ein schrumpfender Markt
 - Neue Systeme lassen sich nur in wachsenden Märkten etablieren
- Luftverkehr ist ein wachsender Markt
- Flughäfen ermöglichen sehr viele Fahrzeuge auf engstem Raum

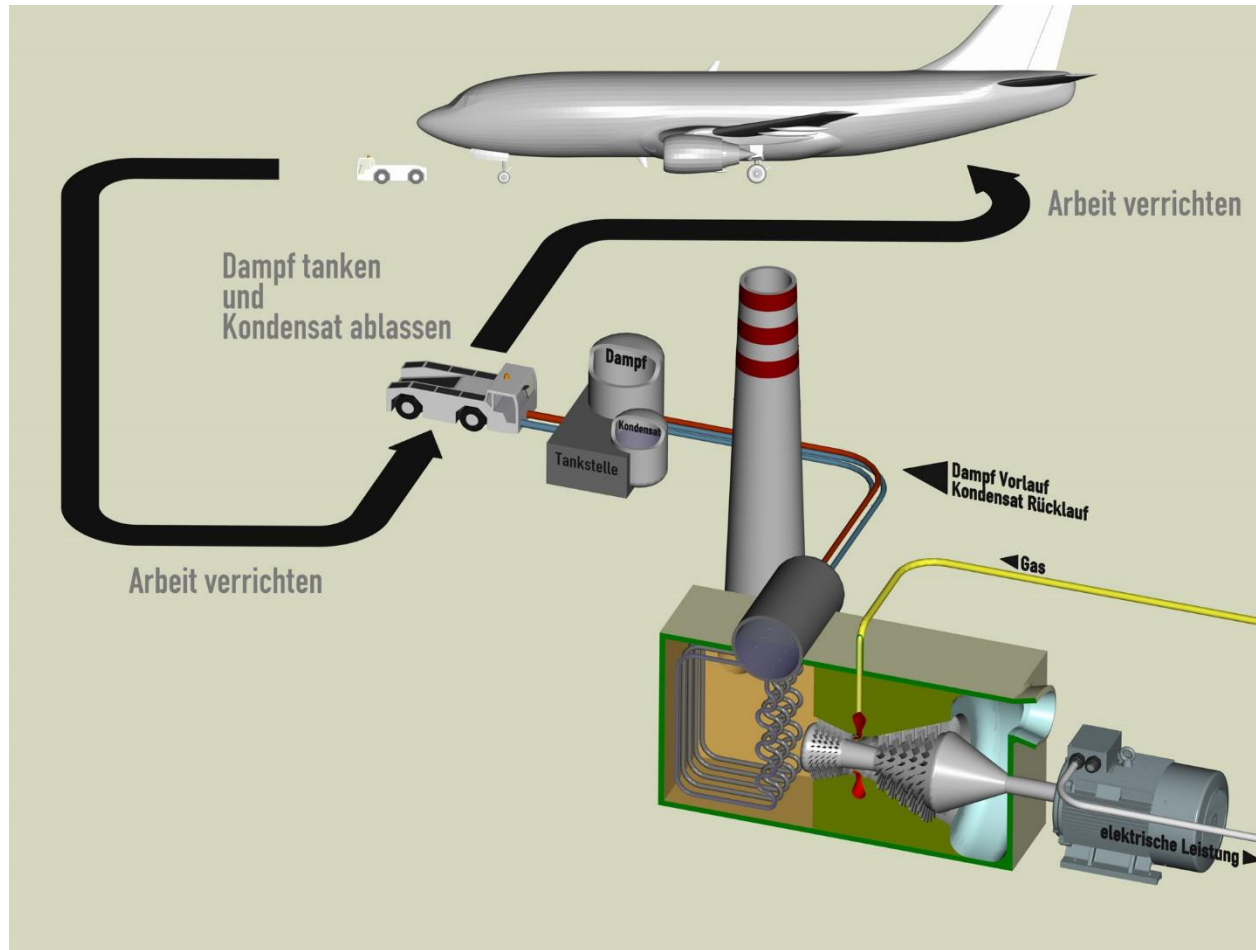




- **Themomobil II (Bild)**
- **Umbau Klingler Elektroschlepper 3 Tonnen**
 - Bei gleicher Performance 300 kg leichter als mit Bleibatterien
 - Antrieb: Nachbau Stanley-Maschine von 1903
- **Thermomobil I:**
 - Horlacher-Elektromobil mit original Stanley-Maschine 6hp von 1906
 - Motor ca 20 kg schwer, eine moderne Konstruktion wäre leichter und könnte je nach Eingangsdruck 20kW – 30kW leisten
 - Der Stanley Rocket von 1906 ist mit einer vom MIT gemessenen Spitzengeschwindigkeit von über 300 km/h im Jahr 1907 bis heute das schnellste Fahrzeug aller Zeiten mit weniger als 30 PS
- **Neue Fahrzeuge mit Kondensation**
 - Keine Abdampf-Wolke
 - Bei tiefen Temperaturen höhere Leistung



- Schopf Hybridschlepper
- Diesel / elektrisch
- 30 kW Dampfmotor an der Hinterachse
- Druckbehälter hinter Kabine
 - 2 Kubikmeter Inhalt
 - 12 – 16 Stunden Autonomie
 - Ladezeit ca. 5 Minuten
- max. 50 Tonnen Anhängelast
- 146 Fahrzeuge in FRA,
- Dieserverbrauch ca. 30 000 €/y pro Fahrzeug



- **Flughafen Zürich:**
 - Bestehendes Kraftwerk direkt am Rollfeld
 - Jährliche Betriebszeit: 3 Monate
 - Mit KMK: Ganzjahresbetrieb
 - Anzahl ersetzbare Dieselmotoren: ca. 250
 - Dieserverbrauch/Jahr 4 Mio. CHF
 - Dampf-Preis: 70.- CHF/MWh
 - Dieselpreis: ca. 165 CHF/MWh
 - **Gewinnmargen für Dampfverkauf im Bereich des illegalen Drogenhandels**
-
- **Flughafen Frankfurt:**
 - 4-5 vorhandene Kraftwerke
 - Anzahl Dieselmotoren: ca. 548
 - Verbrauch p.a. ca. 9.5 Mio. Euro

KMK ist eine neue Variante des Gas-Kombikraftwerks / GuD-Kraftwerks

Kombikraftwerk / GuD = Gasturbine / Gasmotor und Generator + Dampfturbine und Generator

KMK = Gasturbine / Gasmotor und Generator + 548 Dampfmaschinen (Fraport) Schlepper, Busse, GPU



■ Flughäfen

- Gepäck- und Frachtschlepper
- Flugzeugschlepper
- Passagierbusse
- Ground Power Units (mobile Generatoren)

■ Später auch:

- Busse und öffentliche Verkehrsmittel
- Boote
- AGVs in Containerterminals



- **Container Logistik in Häfen**
- Bleibatterie ca. 100 000 Euro
 - Mehr als eine Batterie pro AGV nötig
 - Lithium-Batterien wesentlich teurer
- Batteriewechsel- und Ladeanlage ca. 8 Mio. Euro
- Kraftwerk und Ladeanlage deutlich preiswerter
- Keine Batteriekosten
- Keine Kosten für Batterielogistik

- Dampferzeuger im Abgas- und Kühlwassersystem des Dieselmotors
 - Bestehende Konstruktion von DLM
 - Heissdampf nach ca 1 Minute
- Weniger Verbrauch
- Kleinerer Dieselmotor
 - Hohe, sofort verfügbare Spitzenleistungen mit Dampfmaschinen als Antrieb für Hydraulikpumpen
 - Dampfspeicher nötig
 - Allenfalls Zusatzfeuerung
 - Entkopplung der dampf-hydraulisch angetriebenen Zusatzaggregate vom Haupt-Dieselmotor
 - Aufwendige elektronische Steuerung nötig



■ Einsatzbereiche

■ Forstmaschinen

- Kurzzeitig sehr hohe Leistungen (siehe Katapult)
- Auch sehr kompakte Systeme möglich

■ Bagger

- Kurzzeitig sehr hohe Leistungen

■ Lastwagen / Sattelschlepper

- Weniger Verbrauch während der Fahrt
- Mehr Leistung beim Überholen
- Kleinerer Motor und kleineres Getriebe
 - Dampfmaschine hilft beim Schalten, einzelne Getriebestufen werden übersprungen
- Abgasfreies Manövrieren
- Abwärts Bremsen mit thermischer Energie-Rekuperation in Speicher

■ Nachteil

- Aufwendige bis sehr aufwendige Konstruktionen
- Keine bestehenden Systeme
- Bisher kaum Forschungen und Entwicklung in diese Richtung



KWK

- Wärmegeführt
- Problem Wärmesenke
- Saisonhöhepunkt im Winter
- Weniger Betriebstage
- Schrumpfender Markt
- Tiefe Wärmepreise
- Sinkender Bedarf
- Sinkende Erträge

KMK

- Wärmegeführt
- Neue, grosse Wärmesenke
- Saisonhöhepunkt im Sommer
- Mehr Betriebstage
- Wachsender Markt
- Hohe Wärmepreise
- Steigender Bedarf
- Steigende Erträge



- Heisses Wasser zum Preis von Dieseltreibstoff
- Elektrizität nach Fahrplan und Bedarf
- Regelenergie
- Regelbare Stromerzeugungskapazität
 - Pflicht für Investoren in Wind- und Solaranlagen in künftigen Kapazitäts- oder Flexibilitätsmärkten



- **Noch nicht vorhanden sind:**
 - Finanzierung
 - Alle Systeme auf Stand der Technik 2019
 - Alle Systeme in einer Anlage



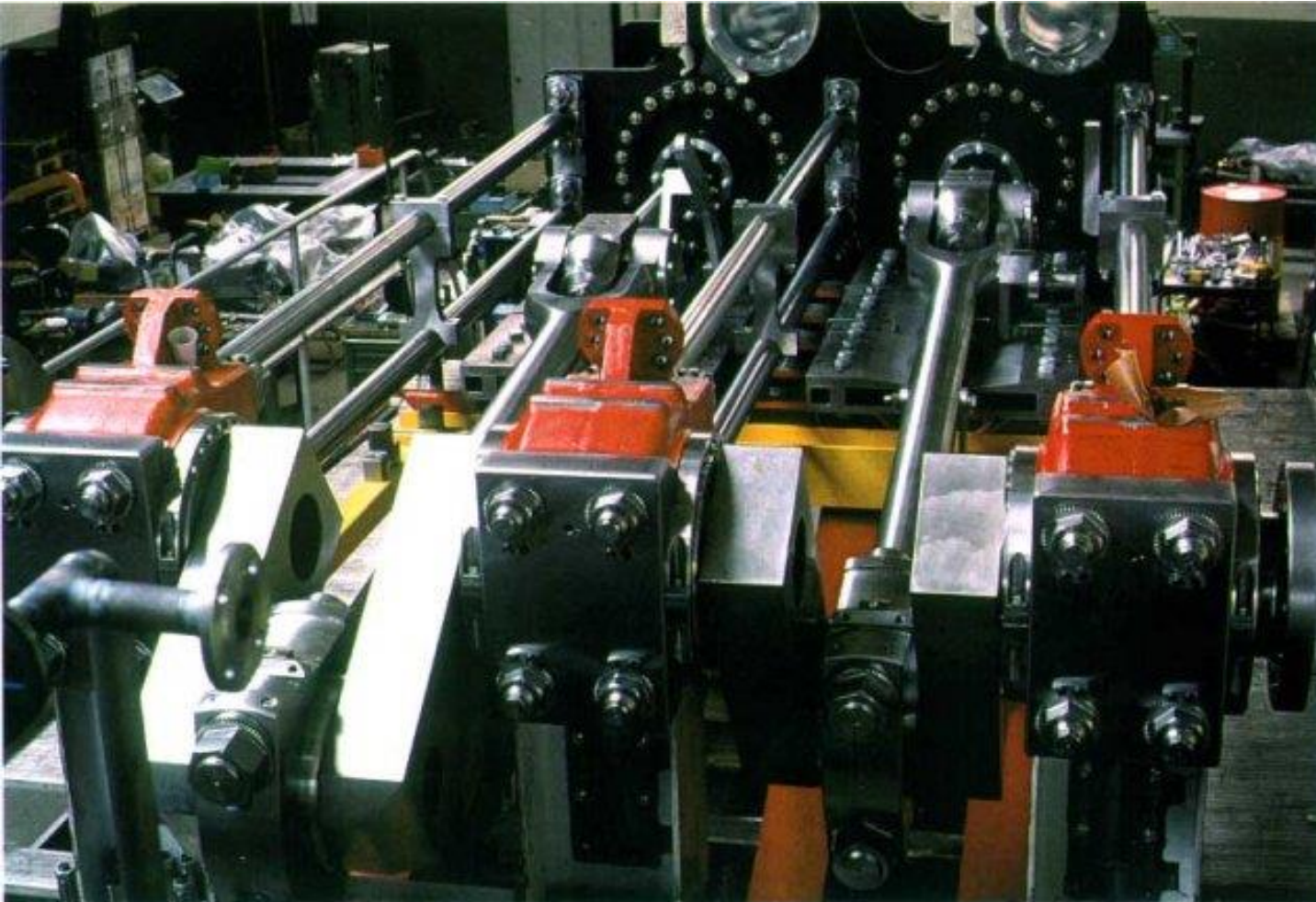
■ Vorhanden sind:

- Systeme verteilt auf dem Stand der Technik zwischen 1910 und 2019
- Alle Systeme verteilt auf verschiedene Anwendungen
- Dampfschiffe und Lokomotiven in kommerziellem Betrieb
- Paper-Trail:
 - Zulassungen nach aktuellen Sicherheitsvorschriften
 - Betriebsbewilligungen für kommerziellen Passagierbetrieb
 - Track-Record für zuverlässigen Betrieb

■ **KMK und Dampfsysteme sind technisch, finanziell und juristisch sehr gut darstellbar und unterstützen das Stromsystem statt es zu belasten**



Paper-Trail: Schiffsmaschine Raddampfer «Montreux»



- «Steam by Wire» - erste Schiffsdampfmaschine mit elektronischer Fernsteuerung
- Ca 800-1000 Passagiere, plus Event-Gastronomie
- Ersatz für diesel-elektrischen Antrieb



Dampflokomotiv- und Maschinenfabrik AG

Andreas Schwander
KMK Kraft-Mobilität-Kopplung, Dampfspeichersysteme für mobile Anwendungen

20.02.2019

23



- Modernste Dampflokomotive Europas
- 8 Stück in der Schweiz und Österreich
- Leichtbau, 14 Tonnen betriebsbereit
- Zugkraft Horizontal: 1000 Tonnen
- Betriebsdaten:
 - Zugelassen bis 30% Steigung
 - Spur 800 mm
 - 120 Passagiere in 2 Wagen
- **In 20 Jahren kein einziger Tag Betriebsausfall aufgrund technischer Störungen**

Schiffsmaschine DS «Spiez» auf dem Thunersee

Kunde: BLS Lötschbergbahn



- Ersatz Dieselmotor
- Ca 200 Passagiere
- Event-Gastronomie
- Ferngesteuerte Dampfmaschine mit Bowdenzügen
- Keine Elektronik oder Software
- Einsatz ab Ende 2019



Dampflokomotiv- und Maschinenfabrik AG

Andreas Schwander
KMK Kraft-Mobilität-Kopplung, Dampfspeichersysteme für mobile Anwendungen

20.02.2019

25

Schiffsmaschine DS «Spiez» auf dem Thunersee

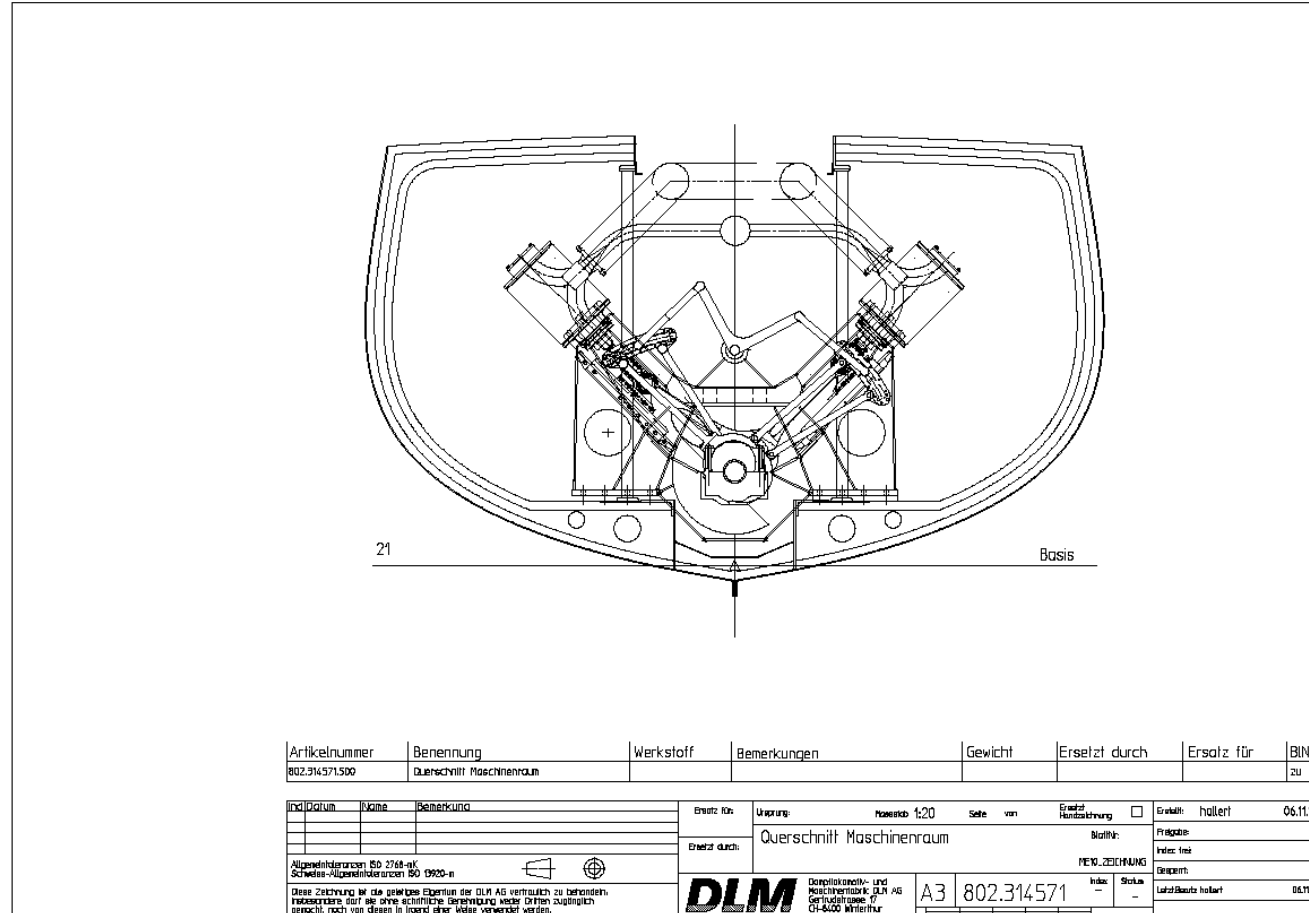
Kunde: BLS Lötschbergbahn

- Vorteile ölgefeuertes Dampfschiff:
 - Wenig Vibrationen
 - Geruchsfrei
 - Extrem saubere Verbrennung
 - Kein Feinstaub
 - Tiefe NO_x-Werte
 - Keine Abgasnachbehandlung
- Extrem lange Lebensdauer und damit minimaler Grau-Energie-Einsatz bei der Maschine



Schiffsmaschine DS «Spiez» auf dem Thunersee

Kunde: BLS Lötschbergbahn



- Unübliche V-2-Dampfmaschine
- Doppelt wirkende Zylinder
 - Entspricht 8-Zylinder-4Takt
- Gute Sichtbarkeit für Passagiere
- Platzssparend
- Anschluss direkt an bestehende Schraubenwelle
- Extrem hohes Drehmoment
- Einsatz möglich auch in:
 - Grossen Flugzeugschleppern
 - Vaporisierten Diesellokomotiven mit Drehgestellen
 - AGVs und Off-Highway Dumpers
- **Verkleinerte Version**
 - Flughafenschlepper
 - Busse, etc.



Let's push Things forward



- **Vaporisierter Stangenschlepper**
- «Spiez-Maschine» quer direkt hinter dem Führerhaus
- Teilweise Anschluss an bestehende Achsen und Aggregate
- Mehrere Druck- und Kondensat-Behälter verteilt über ganzes Fahrzeug
- Umbau bestehender Fahrzeuge möglich



■ Doble Dampfswagen von 1925

- Erstbesitzer Howard Hughes
- Heutiger Besitzer Jay Leno
- Ca 100 hp
- Drehmoment rund 1600 Nm aus dem Stand
- Top Speed rund 200 km/h
- DLM ist in Kontakt mit Jay Leno

■ DLM besitzt Zeichnungen von 1936

- Entwickler: De Dietrich, Reichshoffen
- Ziel: High-Speed-Triebwagen
 - Ultimativ wurden aus dieser Entwicklung der heutige TGV, Dampfsysteme für die Industrie, sowie moderne Ölbrenner für Zentralheizungen
- Benchmark: Bugatti-Reihenachtzylinder
- 150 hp Leistung, ca 550 kg, inklusive Dampfgenerator, Dampfmotor, Kondensator, elektromechanische Fernsteuerung etc.

https://www.youtube.com/watch?v=rUg_ukBwsyo



Dampflokomotiv- und Maschinenfabrik AG

Andreas Schwander
KMK Kraft-Mobilität-Kopplung, Dampfspeichersysteme für mobile Anwendungen

20.02.2019

29

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

- Andreas Schwander (Geschäftsmodell)
- schwander@bluewin.ch
- +41 79 563 49 65
- Roger Waller (Technik)
- roger.waller@dml-ag.ch
- www.dml-ag.ch

