

Relevanzanalyse Umwelt

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung
2. Einleitung, Zielsetzung
3. Abgrenzungen
4. Bewertungsmethoden
5. Umweltrelevante Tätigkeiten
6. Relevanzanalyse
 - Anhang 1: Nutzwärme für Heizung und Warmwasser
 - Anhang 2: Kälte für Klimatisierung und Prozesse
 - Anhang 3: Stromverbrauch Übersicht
 - Anhang 4: Unterbruchslose Stromversorgung USV
 - Anhang 5: Elektrizität allgemein
 - Anhang 6: Druckölversorgung
 - Anhang 7: Blockheizkraftwerk
 - Anhang 8: Betriebsmittel
 - Anhang 9: Verkehr
 - Anhang 10: Abfälle
 - Anhang 11: Abwasser
 - Anhang 12: Treibstoffprüfung
 - Anhang 13: PKW Prüfstand
 - Anhang 14: LKW Prüfstand
 - Anhang 15: Feuerungen
 - Anhang 16: Brandversuche

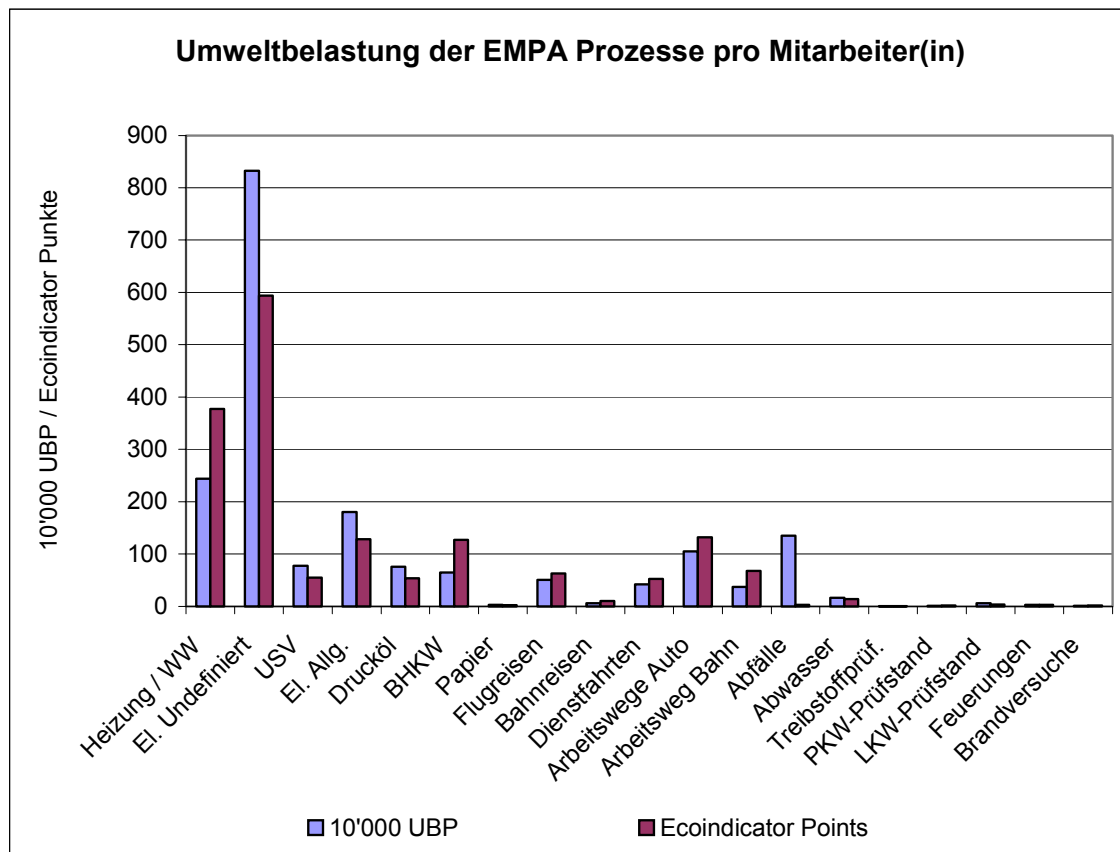
1 Zusammenfassung

Mit der Umwelt-Relevanzanalyse wurden die wesentlichen Tätigkeiten der EMPA bezüglich ihrer Auswirkungen auf die Umwelt analysiert und bewertet. Als Bewertung werden die Umweltbelastungspunkte gemäss BUWAL Schriftenreihe Umwelt sowie der Ökoindikator 99 nach der CML-Methodik eingesetzt.

Ziel dieser Untersuchung ist es, die am meisten umweltrelevanten Tätigkeitsbereiche ermitteln zu können und zu einem späteren Zeitpunkt die Auswirkungen von Verbesserungsmassnahmen beurteilen zu können.

Die Umwelt-Relevanzanalyse konzentriert sich auf die direkten Auswirkungen des EMPA-Betriebs und wichtiger Prüf- und Forschungstätigkeiten. Indirekte, gesellschaftliche Auswirkungen des Prüf- und Forschungsbetriebs sowie der Wissensvermittlung werden hier nicht erfasst. Sie sind Teil der EMPA Umweltstrategie und werden durch das EMPA Umweltleitbild abgedeckt.

Figur 1 stellt die Umweltbelastungen der untersuchten EMPA-Bereiche dar. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, beziehen sich alle Werte auf einen Mitarbeiter resp. eine Mitarbeiterin.

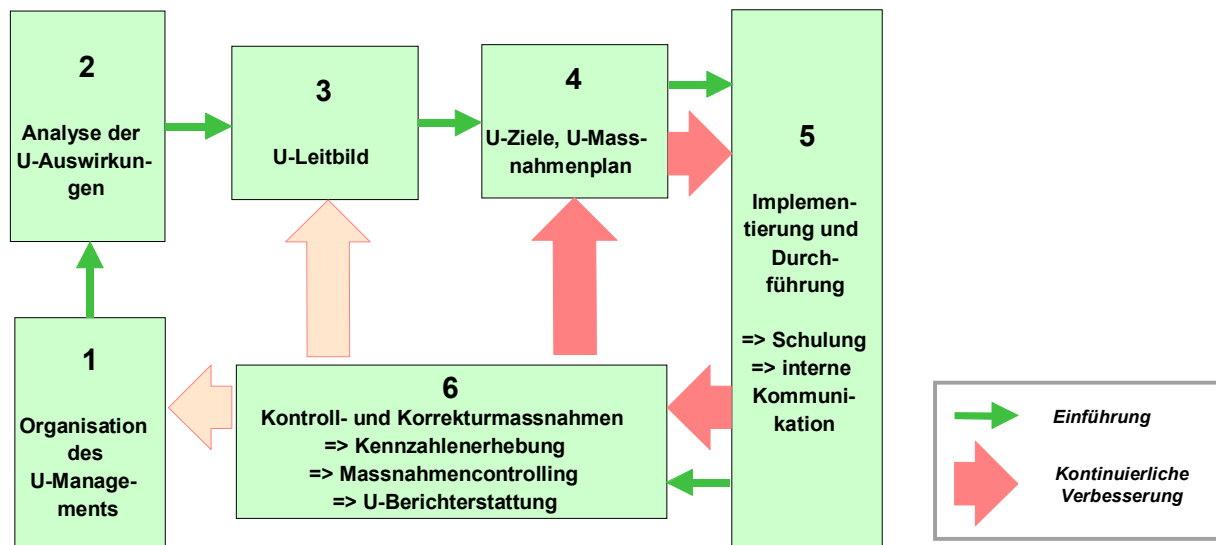


Figur 1: EMPA-Umweltbelastung pro Bereich (Dübendorf), dargestellt mittels zwei Umweltanalysemethoden UBP 97 und Ecoindicator 99 (H, A).

2 Einleitung, Zielsetzung

Im ETH-Bereich soll ein Umweltmanagement-System eingeführt werden, welches eine gezielte und kontinuierliche Reduktion der Umweltwirkungen ermöglichen soll. Als Managementmodell dient das Programm RUMBA, welches bei den Bundesämtern bereits eingeführt ist. Es lehnt sich in weiten Teilen an die Methodik gemäss ISO 14001 an.

RUMBA sieht einen kontinuierlichen Optimierungsprozess in 6 Teilschritten gemäss Figur 2 vor.



Figur 2: Vorgehensschritte des Umweltmanagement-System RUMBA

Die Relevanzanalyse umfasst den Schritt 2, in welchem die Bedeutung der verschiedenen EMPA-Tätigkeiten evaluiert wird. Diese Bewertung soll letztlich der Massnahmenplanung (Schritt 4) dienen und helfen, die Auswirkungen von Massnahmen nach deren Einführung zu überprüfen.

RUMBA umfasst im Wesentlichen drei Bereiche:

1. Direkte Umweltwirkungen, welche sich durch die Arbeitsplätze oder durch die EMPA –Infrastruktur ergeben
2. Direkte Umweltwirkungen, welche durch besondere Prüf- und Forschungsarbeiten verursacht werden
3. Indirekte Umweltwirkungen, welche die EMPA durch Forschung und Entwicklung in unserer Gesellschaft zu beeinflussen vermag

Währenddem sich die direkten Auswirkungen messen und rasch beeinflussen lassen, ist die Wirkung des dritten Bereichs nur indirekt und in der Gegenwart nicht quantifizierbar. Die Relevanzanalyse konzentriert sich deshalb auf die beiden ersten Bereiche.

Die umweltbezogene Verbesserung des wissenschaftlichen EMPA-Portfolios findet auf der Basis des Umweltsleitbildes der EMPA und dessen Niederschlag in den Leistungsvereinbarungen mit den Departementen und Abteilungen statt.

3 Abgrenzungen

Örtliche Abgrenzung

Die EMPA ist an drei Standorten tätig:

- EMPA in Dübendorf	386 Vollzeitmitarbeiter resp. Mitarbeiterinnen
- EMPA in St. Gallen	111 Vollzeitmitarbeiter resp. Mitarbeiterinnen
- EMPA in Thun	37 Vollzeitmitarbeiter resp. Mitarbeiterinnen
- EMPA Total	534 Vollzeitstellen (Sept. 2002)

Zusätzlich versorgt die EMPA teilweise auch Dritte:

- in Dübendorf das BAFA (gesamte Infrastruktur) 15 Personen
- in Dübendorf einen Teil der EAWAG mit Heizung, Kälte, Notstrom (USV). Dies betrifft rund 226 der insgesamt 316 Vollzeitstellen der EAWAG. Rund 90 Stellen haben ihren Arbeitsplatz im zugemieteten Chriesbachgebäude.

In Thun wird die Infrastruktur (Gebäude, Energien) von Militär, Gruppe für Rüstung, bereitgestellt.

Soweit diese Leistungen nicht separat gemessen werden können, werden sie entsprechend der Anzahl versorgter Personen mitberücksichtigt.

Unberücksichtigt sind alle zugemieteten und autarken Gebäude (Kinderkrippe, Mietobjekt Chriesbach der EAWAG)

Zeitliche Abgrenzung

Die Datenerfassung bezieht sich wenn immer möglich auf das Jahr 2001. Teilweise mussten auch andere Werte mitverwendet werden. Die exakten Daten sind den einzelnen Erfassungsblätter zu entnehmen.

Für die Erfassung des allgemeinen Trends, werden für die wichtigen Prozesse auch langjährige Verbrauchswerte dargestellt.

Untersuchte Tätigkeitsbereiche

Die Wahl der zu untersuchenden Tätigkeitsbereiche wurde aufgrund Erfahrungen aus dem LCA-Bereich vorgenommen. Es wurden praktisch alle Ver- und Entsorgungsbereiche sowie alle Prüf- und Forschungsbereiche mit bekannten Emissionen untersucht. Die Ermittlungen zeigen, dass es zurzeit mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit keine weiteren EMPA Tätigkeiten mit ähnlich hohen Umweltbelastungen gibt.

Die untersuchten infrastrukturellen Leistungen sind:

- Nutzwärme für Heizung und Warmwasser (Anhang 1)
- Kälte für Klimatisierung und Prozesse (Anhang 2)
- Stromverbrauch Übersicht (Anhang 3)
- Unterbruchslose Stromversorgung USV (Anhang 4)

- Elektrizität allgemein (Anhang 5)
- Druckölversorgung (Anhang 6)
- Blockheizkraftwerk (Anhang 7)
- Betriebsmittel (Anhang 8)
- Verkehr (Anhang 9)
- Abfälle (Anhang 10)
- Abwasser (Anhang 11)

Vier Prüf- und Forschungsbereiche wurden untersucht:

- Treibstoffprüfung (Anhang 12)
- PKW Prüfstand (Anhang 13)
- LKW Prüfstand (Anhang 14)
- Feuerungen (Anhang 15)
- Brandversuche (Anhang 16)

4 Bewertungsmethoden

Um mehr als nur eine gefühlsmässige Bewertung der Umweltwirkungen vornehmen zu können, wurden den Prozessen Ökoinventare hinterlegt und die verschiedenen Wirkungen mit der Methode der ökologischen Knappheit (Umweltbelastungspunkte UBP) und zum Vergleich mit dem Ecoindicator 99 verwertet.

Umweltbelastungspunkte

Die Methode der ökologischen Knappheit wurde in der BUWAL Schriftenreihe Umwelt No. 297 detailliert beschrieben. Sie geht davon aus, dass die Umwelt ein gewisses Mass an Umweltbelastung verkraften kann und sich selber wieder regeneriert. Entsprechende Grenzwerte für die Belastbarkeit der Schweiz wurden festgelegt. Sie basieren so weit wie möglich auf den gültigen gesetzlichen Umweltvorschriften.

Diesen Grenzwerten werden die effektiven Emissionen in der Schweiz gegenübergestellt. Wird ein Grenzwert bereits überschritten, so werden die Umweltbelastungspunkte mit einem entsprechenden Faktor multipliziert. Wird der Grenzwert schon heute nicht erreicht, werden die zugewiesenen Umweltbelastungspunkte um den entsprechenden Faktor dividiert.

Dadurch stellt die Methode der ökologischen Knappheit eine dynamische Methode dar, welche Umweltbelastungen immer entsprechend ihrer Bedeutung gewichtet.

Die Umweltbelastungspunkte UBP 97 bewerten CO₂-Emissionen und Abfälle in Deponien besonders stark.

Ecoindicator

Die CLM-Methode von *pre-consult* (www.pre.nl) bewertet nicht, was der Umwelt zugemutet werden kann, sondern welcher Schaden angerichtet wird. Demnach wird die erste Tonne CO₂ genauso gewichtet wie die letzte. Bei den Umweltbelastungspunkten verschärft sich die Bewertung je grösser die gesamtschweizerische Belastung ist.

Es werden drei Schutzbereiche betrachtet:

- Gesundheit des Menschen
- Umwelt
- Ressourcen

Die Ecoindicator-Methode 99 bewertet Schwermetallemissionen und den Ressourcenverbrauch an nicht erneuerbaren Energien besonders stark.

5 Umweltrelevante Tätigkeiten

Die Tätigkeitsbereiche wurden im Rahmen einer Studienarbeit (Tibor Orosz, 2002) systematisch untersucht und auf ihre Umweltwirkungen bewertet. Es wurde spezielles Gewicht darauf gelegt, dass eine vergleichende Bewertung vorgenommen werden konnte.

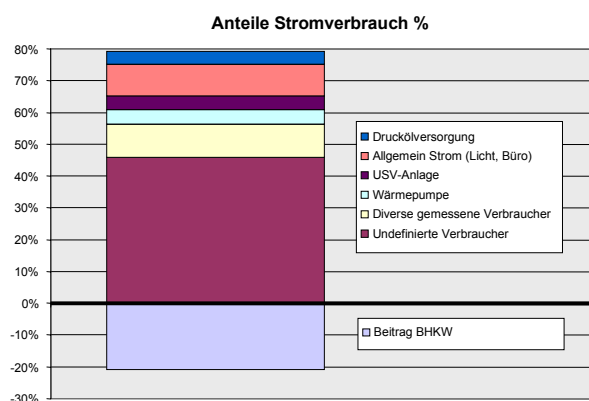
Die Ergebnisse der Untersuchung entsprechen ungefähr den Erwartungen, geben im Einzelnen jedoch einen vertieften Einblick in die Zusammenhänge und in die Grössenverhältnisse.

- Der **Elektrizitätsverbrauch** stellt mit Abstand den grössten Faktor dar. Hier sollen in erster Linie Sparpotentiale gesucht werden. Hier dürfte auch die Wirtschaftlichkeit der Massnahmen am besten sein.
- Der **Energiebedarf für Wärme und Kälte** stellt – wie zu erwarten war – die zweitgrösste Umweltbelastung dar. Diesem Aspekt wird schon länger an der EMPA die nötige Beachtung geschenkt, indem bei Renovationen und Neubauten energetische Massnahmen einen sehr hohen Stellenwert aufweisen (Minergie). Zukünftig sollte (der nicht separat erfasste) Bereich der Wassererwärmung genauer untersucht werden.
- Der **Verkehr**, verursacht primär durch die Arbeitswege der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, aber auch der Dienstreiserverkehr, verursachen eine ernst zu nehmende Umweltbelastung. Innerhalb RUMBA sollen Möglichkeiten für Verbesserungen gesucht werden.
- Die Umweltbelastung durch **Abfälle** fällt geringer aus als erwartet. Eine Optimierung müsste in erster Linie der Reduktion der Entsorgungskosten dienen.

Eine Übersicht über die erhaltenen Ergebnisse ist in Figur 1 dargestellt. Detailangaben zu den untersuchten Gebieten sind im Anhang zu finden.

Elektrizitätsverbrauch

Über den Elektrizitätsverbrauch der EMPA liegen verhältnismässig detaillierte Angaben vor (siehe Figur Anhang 3). Allerdings werden rund 42.2 % der Verbraucher nicht gesondert gemessen.



Figur 3: Anteile am Elektrizitätsverbrauch der EMPA Dübendorf

Der Stromverbrauch der EMPA weist vermutlich das grösste energetische Sparpotential auf.

Energiebedarf für Wärme und Kälte

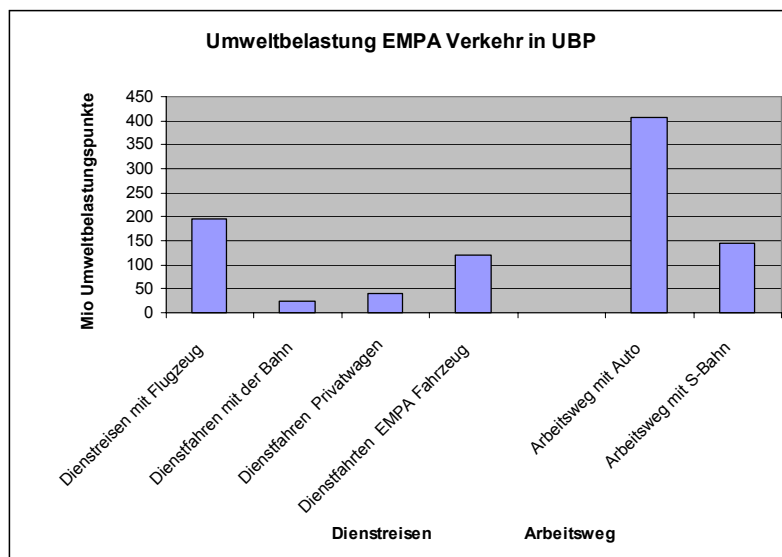
Der Energiebedarf für Wärme- und Kälte entspricht den Erwartungen. Er konnte aufgrund von Sanierungsarbeiten laufend gesenkt werden. Gleichzeitig wurde mittels Wärmerückgewinnung, Einsatz Wärmepumpe und WKK die erzeugte Wärme und Kälte auch umweltfreundlicher produziert.

Wenig optimiert dürfte dagegen die Warmwasserversorgung sein, welche aufgrund des ausgedehnten Leitungsnetzes grosse Verluste aufweist. Im Rahmen von RUMBA wird die Wassererwärmung näher untersucht und der Einsatz von erneuerbarer Energie geprüft.

Verkehr

Die exakte Erfassung des Verkehrsaufkommen der EMPA – der Dienstreisen wie des Arbeitswegs – ist äusserst schwierig, da heute praktisch nur noch die Kosten erfasst werden. Mit verschiedenen Methoden und Hochrechnungen wurde deshalb versucht, das durch die EMPA-Dübendorf verursachte Verkehrsaufkommen abzuschätzen (vgl. Anhang 9).

Die Umweltbelastung der einzelnen Verkehrsbereiche ergibt folgendes Bild (in Umweltbelastungspunkten):



Figur 4: Verkehrsbedingte Umweltbelastung am Standort Dübendorf

Erstaunlich ist, dass der Arbeitswegverkehr fast 1.5 mal mehr Umweltbelastung verursacht, als die Dienstreisen. Autofahrten von und zum Arbeitsort verursachen weitaus am meisten Umweltbelastung. Bei den Dienstreisen sind es die Flüge, welche für etwa die Hälfte der verursachten Umweltbelastung verantwortlich sind.

Die Annahmen zu den Berechnungen sind im Anhang 9 aufgeführt. Für die Ökobilanzierung wurden die Daten der Infras-Studie „Ökoinventar Transporte“, 1995 (mit aktuellen Bereinigungen) verwendet.

Der Verkehrsbereich soll im Rahmen von RUMBA genauer durchleuchtet und vor allem auf Mitarbeiter/innen-Ebene thematisiert werden.

Abfälle

Trotz des relativ hohen, durch die Prüftätigkeit der EMPA bedingten Abfallaufkommens, fällt die Umweltbelastung durch Abfälle wenig ins Gewicht. Es ist vor allem das in der UBP-Methode stark negativ bewertete Volumen der inerten Abfälle, welches überhaupt eine nennenswerte Umweltbelastung verursacht. Die Thematik scheint nicht prioritär und wird allenfalls in einem späteren Zeitpunkt nochmals angegangen.

Anhang 1:

Nutzwärme für Heizung / Warmwasser

Systemgrenzen

Zeitraum:

Die Energiemessungen für Gas, Öl und elektrische Wärmepumpe beziehen sich auf die Periode 01.06.2000-30.6.2001.

Umfang:

Die Verbrauchswerte berücksichtigen den Verbrauch der EMPA Dübendorf mit NO-Gebäude, der EAWAG (ohne zugemietete Gebäude Chriesbach). Nicht berücksichtigt sind die separate Kinderkrippe der EMPA und EAWAG, die EMPA St. Gallen und die EMPA Thun.

Energiebezugsflächen:

- EMPA Dübendorf mit NO-Gebäude: 78'923 m²
- EAWAG: 10'409 m²

Die Flächen wurden nicht temperatur- oder höhenkorrigiert.

Wärmebereitstellung:

Erfasst sind:

- Öl-/Gasheizkessel Heizzentrale (Kessel 4) 7.2 MW
- Öl-/Gasheizkessel Heizzentrale (Kessel 3) 3.7 MW
- Blockheizkraftwerk Heizzentrale 1.45 MW
- Wärmepumpe Heizzentrale

Die Wärmepumpe ist am Kühlkreislauf angeschlossen. Wichtigste Abwärmequellen sind LKW-Prüfstand, Druckölversorgung, Heizkesselprüfung, Druckluftversorgung (an EAWAG). Der Elektrizitätsverbrauch berücksichtigt ausschliesslich den Betrieb der Wärmepumpe, jedoch nicht Pumpen, Ventile etc. der Heizverteilung.

Das BHKW produzierte Wärme und Strom mit einem Gesamtwirkungsgrad von 94 %. Der Endenergieverbrauch für Wärme wurde aufgrund der gemessenen Nutzenergieabgabe mit dem Wirkungsgrad von 94 % hochgerechnet.

Anwendungsbereiche:

Heizung, Warmwasser, Wäscherei und Kantine (Warmwasser).

Die Wäscherei braucht extra Wärme, um das Warmwasser nachzuwärmen. Dies erfolgt direkt elektrisch mit ca. 39'690 kWh Elektrizität und verursacht Kosten von ca. CHF 4'200.-. Diese Nachwärmung ist in der Zusammenstellung nicht enthalten.

Daten

Ener- gie	Verbraucher	kWh	kWh	UBP	EI'99	CHF	CHF/kWh NE
		Endenergie	Nutzenergie				
Gas	Kessel 3,4	1 958 247	1 600 152	163 191 845	32 765	71 923	0,0449
Gas	BHKW	5 217 720	4 905 700	434 822 244	87 301	191 639	0,0391
Oel	Kessel 3	140 749	114 978	23 808 448	2819	6 566	0,0571
Elektr.	Wärmepumpe	472 275	1 506 900	319 157 117	22 775	44 005	0,0292
Total		7 788 991	8 127 730	940 979 654	145 659	314 133	

Quellen, Kontakte:

- Hr. Glauser, Tel.: 078/775-3137 von Enz + Lutzeier Ingenieurbüro für Energie- und Klimatechnik, Tel.: 052/213-3523
- Dupuis Paul-André, Stv. Fachbereich Ressourcen
- Ebner H., Heizungsverantwortlicher technischer Dienst, Verfasser des Dokuments: 3065 HZ Dübendorf EMPA 2000/2001
- Eigene Hochrechnung aus Wäscherei-Analyse
- *Quelldaten sind kursiv*

Analyse

- Datenqualität: Die Endenergie-Verbräuche beruhen im Wesentlichen auf Messungen.
- Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser 314 MJ/(m²·a)
- Das BHKW weist einen bis hierher ungelösten Mangel auf. Es benötigt wesentlich mehr Motoröl als andere Maschinen desselben Typs. Der Verbrauch pro Jahr liegt bei 1400 Liter (CHF 4'900.-). Das verbrauchte Motorenöl wird nicht verbrannt, sondern verdampft und gelangt so in das Abgas. Die grosse Menge Ölrückstände verursacht eine Verkürzung der Lebensdauer der Abgaskatalisatoren. Alle 4 Jahre müssen 2 Katalisatoren im Wert CHF 30'000.- ersetzt werden.
- Dank der Abwärmenutzung mit Wärmepumpe kann das Heizungssystem der EMPA als effizient bezeichnet werden.

Anhang 2:

Kälte für Klimatisierung und Prozesse

Systemgrenzen

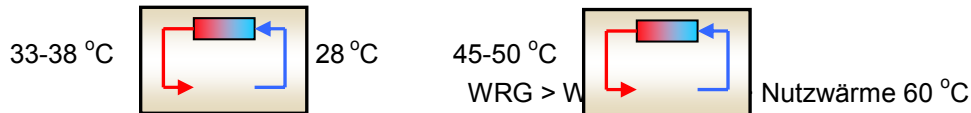
Zeitraum:

Datum der Erfassung: 16. 08. 2002.

Schema:

Die Kältebereitstellung basiert auf drei Netzen:

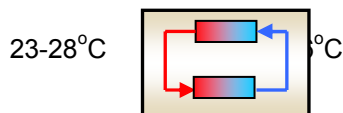
Rückkühlnetz mit zwei Rückkühlsystemen. Der Unterschied besteht in der Wärmeabnahme. Beide Systeme garantieren Kühlwasser mit 28 °C.



Wichtige Kältebezüger sind:

- LKW Prüfstand
- Diverse kleine Kältemaschinen <10kW
- Drucköl (200-300 bar)
- Raum der Wäscherei

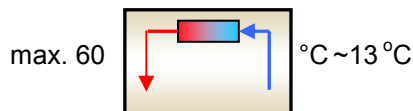
Das Kältenetz garantiert 6 °C



Wichtige Kältebezüger sind:

- Klimaanlage (100 Anlagen)
- Klimaboxen BA 10, NO 6

Grundwasserkühlung ca. 13 °C



Grundwasser wird gefördert und nach Gebrauch dem Chriesbach zugeführt. Selten verwendet. Chemisch nicht behandelt. Technisches Problem: Kalk und Korrosion.

Quelle, Kontakte:

- W. Imboden
- Hr. Glauser, Tel.: 078/775-3137 von Enz + Lutzeier Ingenieurbüro für Energie und Klimatechnik, Tel.: 052/213-3523

Analyse

Wegen mangelnder Information ist die UBP- oder EI-Bewertung nicht möglich. Abgesehen vom Kältenetz ist der Energieaufwand gering. Sämtliche anfallende Wärme wird zurückgewonnen.

Anhang 3

Stromverbrauch Übersicht

Systemgrenzen

Über die EMPA-Stromeinspeisung werden die EMPA-Dübendorf, die EAWAG und das BAFA mit Strom versorgt. Eine exakte Zuweisung ist nicht möglich, da nicht sämtliche Verbräuche separat gezählt werden (z.B. USV).

Der Elektrizitätsverbrauch der durch EAWAG und BAFA im NO-Gebäude zugemieteten Räumlichkeiten ist im Verbrauch der EMPA berücksichtigt.

Die Eigenproduktion an Strom mittels BHKW ist hier unberücksichtigt. Sie wird unter BHKW erfasst.

Daten

Die Daten stammen aus regelmässigen Ablesungen der Stromzähler und beziehen sich hier auf das Jahr 2000.

Der Gesamtverbrauch der EMPA deckt sich nicht vollständig mit den Ablesungen der Verbrauchszähler, da nicht sämtliche Verbraucher mittels separater Zähler erfasst werden.

Der Gesamtverbrauch der EMPA-Dübendorf betrug im Jahr 2000:	8'226'621 kWh	100.0 %
Über separate Zähler erfasst sind:	3'473'016 kWh	42.2 %

Energieart	Verbraucher	kWh Elektrizität	UBP'97	EI'99 (H,A)
Elektr.	Nicht bekannt	4 753 605	3'212'422'561	229'239

Quellen, Kontakte:

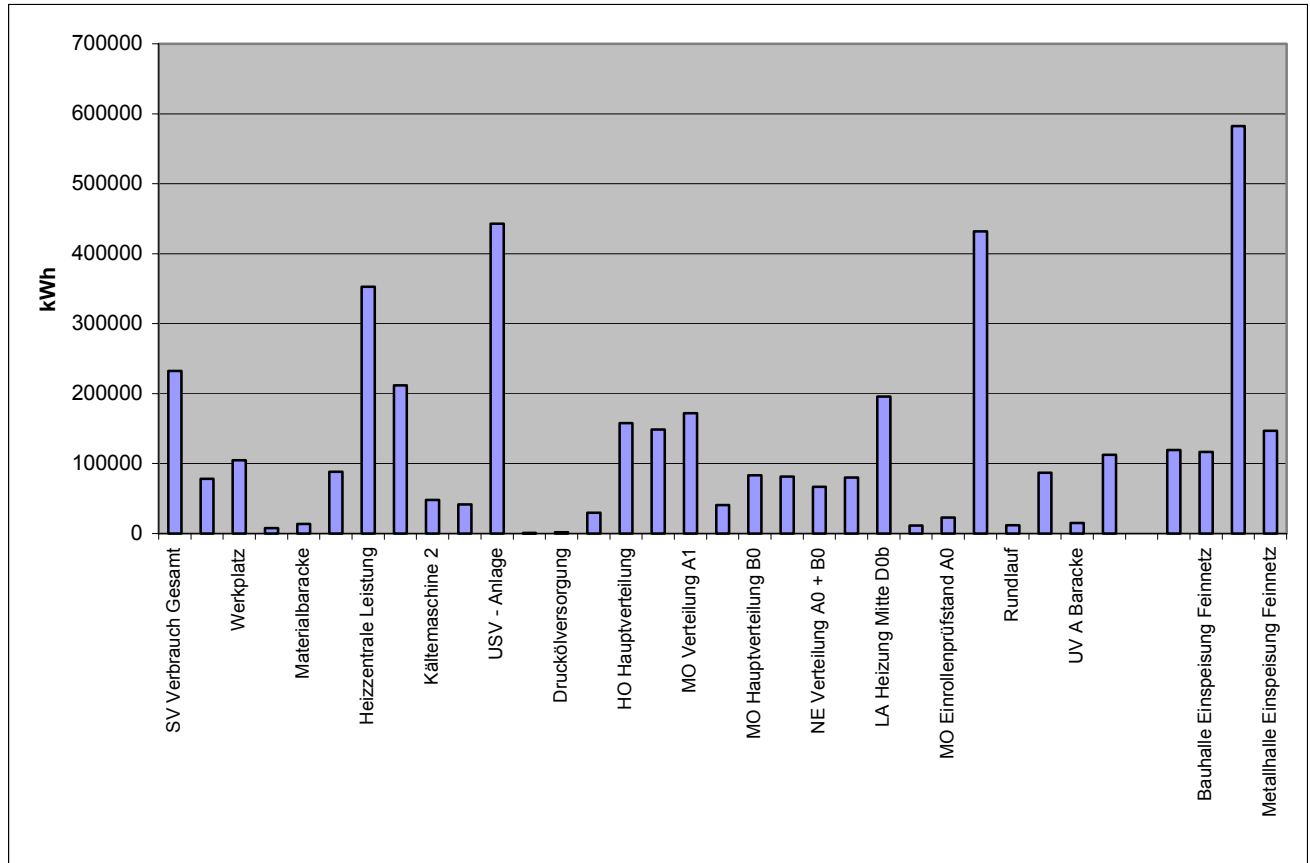
- E. Eschmann, Gruppenleiter Elektro, USV-Netz. Dokument: Zählerablesung (Ordner)

Analyse

- Leider werden nur 42 % der Verbraucher über separate Zähler erfasst, was eine umfassende Analyse erschwert.
- Die herausragenden Stromverbraucher sind Heizzentrale (Wärmepumpe), USV und Druckölversorgung

- Die Komplexität und die eingeschränkte Transparenz des Stromverbrauchs machen diesen Bereich zu einem wichtigen Gebiet für nähere Abklärungen.

Die wichtigen Stromverbraucher sind nachfolgend separat beschrieben.



Figur: Übersicht über die wichtigsten Stromverbräuche im Jahr 2000 (Verbraucher Grobnetz, Einspeisung Feinnetz)

Anhang 4

Unterbrochslose Stromversorgung**Systemgrenzen**

Zeitraum:

Die Energiemessungen des Elektrizitätsverbrauchs beziehen sich auf ganzen Jahr 2000 (1.1.-31.12).

Umfang:

USV-Anlage versorgt die EMPA Dü und die EAWAG. Es ist nicht möglich die einzelnen Verbräuche genau trennen.

Anwendungsbereiche:

- Rechenzentrum
- Brandmeldeanlage
- Telefonautomat
- Signal- und Störungsmeldeanlage
- Türmagnete
- Computerzentrale
- Notlampen

Funktion:

USV ist das Notnetz, welches den wichtigsten Verbrauchern bei Stromausfall die elektrische Energie liefert. Die Versorgung der angeschlossenen Verbraucher erfolgt ständig über die USV-Anlage. Bei Stromausfall überbrückt eine Batterieanlage den Ausfall ohne Unterbuch. Wenn die Probleme nach wenigen Minuten nicht gelöst sind, beginnt ein Dieselaggregat den Strom zu produzieren.

Daten

Energieart	Verbraucher	kWh Elektrizität	UBP'97	EI'99 (H,A)
Elektr.	USV-Anlage	442 980	299 359 948	21 362

Quellen, Kontakte:

- E. Eschmann, Gruppenleiter Elektro, USV-Netz. Dokument: Zählerablesung (Ordner)

Analyse

- Die USV ist mit den angeschlossenen Anlagen der grösste Verbraucher von elektrischer Energie der EMPA DÜ/EAWAG. Es ist wichtig diesen Verbraucher zu beachten.
- Nach eigenen Hochrechnungen benötigt allein die Notbeleuchtung der Ausgänge (ca. 200 Stück) jährlich ca. 25'000 kWh Elektrizität. Ein Haushalt mit vier Personen benötigt ca. 4'000 kWh pro Jahr. Die eingesetzten Energiesparlampen haben eine Lebensdauer von weniger als einem Jahr und sind Sonderabfall. Vom USV-Netz kommt der teuerste Strom für die EMPA DÜ/EAWAG. Eine Umrüstung auf moderne Leuchtfolien-Technik oder LED-Technik sollte überprüft werden. Diese können bei niedrigem Ressourcenverbrauch und sehr hoher Lebensdauer eine niedrige Umweltbelastung gewährleisten.

Anhang 5

Elektrizität allgemein (Stromverbrauch Licht und Bürogeräte etc.)**Systemgrenzen**

Zeitraum:

Die Energiemessungen für den Elektrizitätsverbrauch beziehen sich auf die Periode 01.01.2000-31.12.2001

Umfang:

Die Verbrauchswerte berücksichtigen den Verbrauch der EMPA Dü mit NO Gebäude, der EAWAG ohne zugemietete Gebäude (Chriesbach). Nicht berücksichtigt sind: Kinderkippe, EMPA St. Gallen, EMPA Thun.

Erfasst sind sämtliche Leuchten und Bürogeräte, die nicht vom USV-Netz gespiesen werden.

Der Stromverbrauch umfasst die gesamte Feinnetzeinspeisungen. Dieses Netz versorgt die Leuchten und normalen Steckdosen. Nebst den Büromaschinen sind deshalb vereinzelt auch Kleinwerkzeuge (für Reparaturen), kleine Laboreinrichtungen, Kühlschränke, Kaffeemaschinen etc. angeschlossen.

Daten

Energieart	Verbraucher	kWh Elektrizität	UBP'97	EI'99 (H,A)
Elektr.	EMPA Dü	1 028 153	694 812 020	49 582
Elektr.	EAWAG	107 220	72 457 839	5 171
Total	EMPA Dü /EAWAG	1 135 373	767 269 859	54 752

Quellen, Kontakte:

- E. Eschmann, Gruppenleiter Elektro, USV-Netz. Dokument: Zählerablesung (Ordner)

Analyse

- Viele Geräte laufen unnötig auch während der Nacht. Nach eigenen Messungen verbraucht ein HP Laser Jet 5Si Druckgerät fast soviel elektrische Energie im Stand-by wie im Betrieb. Die Stand-by

Leistungsaufnahme beträgt 0.13 kW. Das heisst, dass ca. 630 kWh pro Jahr und Gerät ausserhalb der Arbeitszeiten für den Stand-by-Betrieb aufgewendet wird (245 Betriebstage mit nur 8 Stunden Lehrlauf und 120 Tage Wochenende). Dieses Sparpotential gilt allerdings nicht für alle Geräte. Einige haben eine sehr sparsame Stand-by-Schaltung.

- Die Beleuchtung bleibt oft unnötig eingeschaltet. Neulich installierte Bewegungsmelder haben die Situation verbessert. Sie sind allerdings nicht immer optimal eingestellt.

Anhang 6

Druckölversorgung

Systemgrenzen

Zeitraum:

Die Energiemessungen für Elektrizitätsverbrauch beziehen sich auf die Periode 01.01.2000-31.12.2001

Umfang:

Die Verbrauchswerte berücksichtigen den Verbrauch der EMPA Dübendorf.

Erfasst sind:

- Druckölversorgung O2 – G, Bauhalle
- Druckölversorgung O3 – G, Bauhalle
- Druckölversorgung A1 – G Nr.1, Metallhalle
- Druckölversorgung A2 – G Nr.2, Metallhalle

Anwendungsbereich:

Die Druckölversorgung dient der EMPA als hydraulischen Antrieb von Prüfeinrichtungen (vor allem Druck-, Zug- und Lastwechselversuche).

Daten

Energieart	Verbraucher	kWh Elektrizität	UBP'97	EI'99 (H,A)
Elektr.	O2 - G	894	604 153	43
Elektr.	O3 - G	1'800	1 216 416	87
Elektr.	A1 - G	303'030	204 783 613	14 613
Elektr.	A2 - G	128'936	87 133 221	6 218
Total		434'660	293 737 404	20 961

Quellen, Kontakte:

- E. Eschmann, Gruppenleiter Elektro, USV-Netz. Dokument: Zählerablesung (Ordner)

Analyse

Beachtlicher Energieverbrauch, Abwärmenutzung über Rückkühlnetz und Wärmepumpe gewährleistet.

Anhang 7:

Blockheizkraftwerk

Systemgrenzen

Zeitraum:

Die Energiemessungen für das BHKW beziehen sich auf die Periode 01.06.2000-30.6.2001.

Umfang:

Erfasst ist:

- Blockheizkraftwerk Heizzentrale 1.45 MW

Das BHKW produziert Wärme und Strom mit einem gemessenen Gesamtwirkungsgrad von 94%. Der Endenergieverbrauch für die Stromerzeugung wurde aufgrund des Anteils produzierter elektrischer Energie berechnet. Ebenso wurden die Schadstoffemissionen anteilmässig auf den erzeugten Strom und die erzeugte Wärme verteilt.

Nicht erfasst ist:

- LKW-Prüfstand, welcher die mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt.

Die Stromerzeugung ist nicht die Primärfunktion des Prüfstands, weshalb diese Daten bei Forschung/Prüfung berücksichtigt werden. Ferner wurde in diesem Sinn die gewonnene Elektrizität mit Null Umweltbelastung berücksichtigt.

Anwendungsbereich:

Die produzierte Elektrizität wird in das interne Netz eingespeisen und von dort auf herkömmliche Art durch EMPA Dü und EAWAG verwendet.

Daten

Energie art	Verbraucher	kWh	kWh	UBP'97	EI'99(H,A)	CHF	Fr/kWh
		Endenergie	Elektrizität				
Gas	BHKW	2'157'743	2'028'710	249 725 224	49 206	79'251	0.0391

Quellen, Kontakte:

- Hr. Glauser, Tel.: 078/775-3137 von Enz + Lutzeier Ingenieurbüro für Energie und Klimatechnik, Tel.: 052/213-3523
- Dupuis Paul-André, Stv. Fachbereich Ressourcen, Treppe U., Eschmann J.

- Ebner H., Heizungsverantwortlicher technischer Dienst, Autor des Dokuments: 3065 HZ Dübendorf EMPA 2000/2001

Quelldaten sind kursiv

Analyse

- Datenqualität: Die Endenergie-Verbräuche beruhen im Wesentlichen auf Messungen mit monatlicher Zählerablesung.
- Die eigene Stromproduktion erfolgt wesentlich umweltschonender als die mittlere europäische Stromproduktion (UCPTE)

	UBP'97/GJ	EI'99(H,A)/GJ
BHKW EMPA*	34 193	6.74
UCPTE Elektrizität*	187 719	13.40

- * Berücksichtigt ist der gesamte Prozess, Energieressource, Stromerzeugung und Infrastruktur.

Anhang 8

Betriebsmittel

Systemgrenzen

Umfang:

- Nur Papierdaten sind für eine Umwelt-Auswertung geeignet. Von den anderen Chemikalien und Beschaffungen sind nur die Kosten bekannt.

Daten

Die Daten beziehen sich auf das Jahr 2001.

In dieser Periode wurden an der EMPA Dübendorf 3'411'500 Blatt Papier verbraucht, was rund 17'057.5 kg Papier entspricht. Der Anteil Recycling betrug dabei ziemlich genau 33.3 %.

Typ	Quelldaten	Einheit	bewertbare Form	UBP'97	EI'99 (H,A)
Elektronikmaterial	353'779	CHF	-	-	-
Laborbedarf	885'465	CHF	-	-	-
Papier	28'209	CHF	17'057.5 kg	11'415'368	870
Diverses	1'704'845	CHF	-	-	-
Total	3'978'437	CHF	-	-	-

Quelle, Kontakte:

V. Trinkler, Druckerei / A. Persampieri, Einkauf

Analyse

Der hohe Anteil an Neufaser-Papier ist durch die Verwendung von ungebleichtem, weissem Papier durch die Hausdruckerei begründet. Es müsste geklärt werden, ob auch dort eine Umstellung zweckmässig wäre.

Der Papierverbrauch weist bei verhältnismässig geringen Kosten eine sehr hohe Umweltbelastung auf. Der spezifische Wert liegt bei etwa 400 UB/CHF. Dieser Kennwert könnte für interessante Vergleiche beigezogen werden.

Anhang 9

Verkehr

Systemgrenzen

Zeitraum:

Die Daten beziehen sich auf das Geschäftsjahr 2001, mit Ausnahme der Arbeitsweg-Daten. Arbeitsweg-Quelldaten basieren auf Stichproben vom 22.08.2002 und 29.08.2002.

Umfang:

Die Quelldaten betreffen;

- die gesamte EMPA für Flug und Bahn,
- die EMPA Dü und EAWAG für die Dienstfahrten mit EMPA-Fahrzeugen,
- die EMPA Dü für Dienstfahrten mit Privatwagen,
- Die EMPA Dü für die Arbeitswege mit Privatwagen.

Nicht berücksichtigt sind Dienstreisen mit Taxi (fast keine), sowie Arbeitswege mit Bahn oder Bus.

Daten

Eine detaillierte Bestimmung der verschiedenen Reise- und Transportleistungen wäre sehr aufwendig oder sogar unmöglich, weshalb diverse Annahmen getroffen und Hochrechnungen durchgeführt wurden.

Flugreisen:

Annahme: Ein Viertel der Reisen sind Überseereisen, mit Kosten von ca. CHF 1'500.- und durchschnittlicher Distanz 16'000 km (hin/zurück). Die anderen drei Viertel sind Europaflüge für ca. CHF 900.- und 1'300 km Flugdistanz (hin/zurück).

Bahnreisen:

Für Bahnreisen mit Tagesstreckenkarten wurde eine Reisedistanz von 350 km und 55 Franken Durchschnittskosten angenommen.

Dienstfahrten:

Die Dienstfahrten mit EMPA- und privaten PKW's basieren auf der Kilometerabrechnung.

Arbeitswege:

Für die Arbeitswege mit PKW wurden an zwei Tagen die benutzten Fahrzeuge gezählt. Die durchschnittliche Fahrdistanz wurde auf 30 km/Tag geschätzt. Personearbeitstage:221/Jahr.

Für die weitere 240 Mitarbeiter/Innen der EMPA wurde die Anreise mit der S-Bahn angenommen. Durchschnittliche Fahrstrecke 40 km/Tag.

	Quelldaten	Einheit	UBP'97	EI'99 (H,A)
Dienstreisen				
2'001 Flug inkl. Th, SG!	431513	CHF	271'500'000	33'820
Flug nur Dü			196'260'000	24'447
2'001 Bahn inkl. Th, SG!	68'045	CHF	32'645'000	5'582
Bahn nur Dü			23'597'000	4'035
2'001 Privat-PW Dü	139'577	Fzkm	40'795'000	5'120
2'001 Dienstwagen Dü	416'440	Fzkm	121'210'000	15'255
Arbeitsweg				
2'002 Personalwagen Dü	210.5	besetzter Parkplatz	406'940'000	51'075
2002 S-Bahn Dü	240	MA	144'500'000	26'244
Total Dienstreisen Dü			381'862'000	48'857
Total Arbeitsweg Dü			551'440'000	77'310
EMPA Dü Total			933'302'000	126'176

Quellen, Kontakte:

- Flugreisen: R. Gremper
- Bahn: O. Wetter
- Dienstreisen Privatwagen: T. Ben-David
- Dienstreisen EMPA-Fahrzeuge: Hans-W. Schwaninger

Anhang 10

Abfälle**Systemgrenzen**

Zeitraum:

Die Mengen der Entsorgung beziehen sich auf die Periode vom 01.01.2000 - 31.12.2001.

Umfang:

EMPA Dübendorf

Daten

Abfalltyp	Quelldaten	Einheit	UBP'97	EI'99 (H,A)
Papier/Karton	27 420	kg	0	0
Betriebskehricht	45 720	kg	72 154 527	1 003
Sonderabfälle	571	kg	15 040 494	91
Sperrgut m3 – (2200kg/m3!)	394	m3	434 152 540	108
Altmetall	65 640	kg	0	0
Grüngut	12 880	kg	0	0
Total			521 347 561	1 201

Analyse

Die Abfälle, welche nach der Entsorgung dem Recycling zugeführt werden erhalten keine Umweltbelastung zugeordnet.

Die grösste Belastung erfolgt durch die Entsorgung des Sperrguts.

Anhang 11

Abwasser

Systemgrenzen

Zeitraum:

Die Messungen des Abwassers beziehen sich auf die Periode vom 01.06.2000-30.6.2001

Umfang:

EMPA Dü.

Die wichtigste Tätigkeiten, welche Abwasser produzieren sind:

- Heizung, Warmwasser
- Kälte, Kühlung
- Hausdienst

Daten

Abwassertyp	Quelldaten	Einheit	UBP'97	EI'99 (H,A)
Schwachbelastetes Abwasser	123 714	m3	62 036 318	5 389

Quelle, Kontakte:

P.-A. Dupuis, Abteilungsleiter Abt.594

Analyse

Verhältnismässig geringe Umweltbelastung

Anhang 12

Treibstoffprüfung

Systemgrenzen

Zeitraum:

Geschätzter Verbrauch der Jahre 2000/2001

Umfang:

- Oktanzahlbestimmung, Motorenhaus
- Cetanzahlbestimmung, Motorenhaus
- Brennstoffverdampfung, Laborgebäude

Anwendungsbereich:

Brenn- und Treibstoffüberwachung der EMPA

Daten

Feuerungen	Verbrauch	Einheit	UBP'97	EI'99(H,A)
Cetanzahlbestimmung	300	Liter	774'133	71
Oktanzahlbestimmung	480	Liter	1'505'143	117
Benzinverdampfung	500	Liter	509'422	83
Total			2'788'698	272

Quellen, Kontakte:

- S. Roos, Oktan-, Cetanzahlbestimmung
- T. Keller, Labortätigkeiten

Analyse

- Die Belastung der Benzinverdampfung ist nicht gross, könnte aber durch eine Rückgewinnung mit einem Kondensator eliminiert werden.
- Das Laborgebäude verfügt bereits über die Möglichkeit, Lösungsmittel zurückzugewinnen.

Anhang 13

PKW-Prüfstand**systemgrenzen**

Zeitraum:

Die Verbrauchsdaten beziehen sich auf die Jahresperiode Juli 2001 bis Juni 2002.

Umfang:

Erfasst sind die Prüfungen an:

- Diesel Personenwagen,
- Benzin Personenwagen.

Beide Prüfungen werden im Motorenhaus durchgeführt. Diese Prüfstände haben kein Energierückgewinnungssystem.

Daten

Der Benzin- und Dieserverbrauch wurde an der Tankstelle gemessen und Schadstoffe mit durchschnittlichem Euro2-Daten berechnet. Bei den Benzinfahrzeugen wurde zudem auch der Kaltstartzuschlag berücksichtigt.

Energieart	Quelldaten	Einheit	UBP'97	EI'99(H,A)
Diesel	248	Liter	577'871	60
Benzin	2'838	Liter	4'588'381	524
Total			5'166'252	584

Quelle, Kontakt:

- M. Weilenmann, Leiter der PKW Prüfstand

Analyse

Niedrige Belastung.

Anhang 14

LKW-Prüfstand

Systemgrenzen

Zeitraum:

Die Daten basieren auf geschätzten Verbrauchswerten der vergangenen Jahre. Die Parameter für die Berechnung der Ergebnisse beruhen auf Erfahrungswerten und Annahmen. Die Ergebnisse weisen eine Genauigkeit von ± 25 % auf.

Umfang:

Erfasst sind:

- LKW-Prüfstand 2, Motorenhaus
- LKW-Prüfstand 3, Motorenhaus: Belastungssimulationsystem, welches die mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt.

Die Produktion der elektrischen Energie fällt als Nebenprodukt an und ist deshalb dem Bereich Forschung/Prüfung zugeordnet. In diesem Sinn wird die gewonnene Elektrizität ohne Umweltbelastung berücksichtigt.

Von beiden Prüfständen wird auch die Wärme mit dem Kühlkreislauf zurückgewonnen.

Anwendungsbereich:

Die produzierte Elektrizität wird in das interne Netz eingespeisen und von dort auf herkömmliche Art durch EMPA Dü/EAWAG verwendet.

Daten

Energieart	Quelldaten	Einheit	UBP'97	EI'99(H,A)
Diesel + Gas*	9'820	kg Diesel Äquivalent	38'221'656	3'057
Rück-Elektrizität	34'482	kWh	-15'295'294	-1'429
Rück-Wärme	37'172	kWh		
Total			22'926'362	1'628

* im Verhältnis 2:1

Bei der Rück-Elektrizität müsste eine negative Umweltbelastung berücksichtigt werden (wie wenn diese elektrische Energie von Elektrizitätswerk käme). In der Gesamtbilanz wird sie trotzdem mit Null eingesetzt, weil diese Elektrizität intern genutzt wird und deshalb beim Stromzähler nicht erfasst wird.

Quellen, Kontakte

- J. Rütter, Leiter der Abt.137 Gruppe Motorenversuche, Dokument: Emissionsbelastung und Energiegewinnung der Motorenprüfstände
- R. Graf, Ansprechpartner

Analyse

- Die Stromproduktion im Prüfstand stellt eine sehr gute Lösung dar, mit welcher Ressourcen gespart und die Umwelt geschützt wird.
- Die Belastung wird dadurch fast an die Hälfte reduziert. Die Rückwärme ist nicht bewertbar weil die Daten nicht verfügbar sind.
- Der Gasverbrauch nimmt anteilmässig laufend zu, wegen der immer häufiger gasbetriebenen LKW's. So wird diese Prüftätigkeit noch umweltfreundlicher.

Anhang 15

Feuerungen**Systemgrenzen**

Zeitraum:

Der Brennstoffverbrauch bezieht sich auf den durchschnittlichen Verbrauch der letzten drei Jahre (1999-2001)

Umfang:

Erfasst sind die von der Gruppe Feuerungen durchgeführten Kesselprüfungen für:

- Holzschnitzelfeuerungen,
- Stückholzfeuerungen,
- Ölfeuerungen,
- Gasfeuerungen

Der Prüfort ist im Feuerhaus.

Daten

Die Verbrauchsdaten wurden durch den Prüfleiter geschätzt. Es liegen keine Messungen vor.

Feuerungen	Verbrauch	Einheit	UBP'97	EI'99(H,A)
Holzschnitzel	2300	kg	7'164'058	698
Stückholz	2000	kg	481'592	41
Heizöl	2000	kg	3'640'780	437
Erdgas	100	kg	106'151	23
Total			11'392'580	1'198

Quellen, Kontakte:

- J. Brenn, Leiter der Feuerungen

Analyse

Nach Heizung/Warmwasser führt diese Tätigkeit zur grössten Umweltbelastung an der EMPA.

Anhang 16

Brandversuche

Systemgrenzen

Zeitraum:

Die verwendete Luftemissionsdaten stammen aus einer Rauchgasuntersuchung vom 10. bis 12. August 1993. Die Anzahl der berücksichtigten Versuche beziehen sich jedoch auf das Jahr 2001.

Umfang:

Brandversuche der Abteilung 176 Bauphysik. Bei diesen Prüfungen werden Bauteile (Türen, Wände, Decken und Kabelkanäle) in Brandversuchen getestet. Die Rauchgase gelangen ungefiltert über den Kamin ins Freie. Zusätzliche Schadstoffe entweichen beim Ausbau der Prüfkörper. Um den Luftschadstoffausstoss gering zu halten, werden an der EMPA keine Prüfungen mit starkem Kunststoffanteil durchgeführt.

Die vorliegenden Messdaten berücksichtigen nur Prüfungen an Türen. Sie sind nicht repräsentativ für die Gesamtheit der Prüfungen.

Daten

Erklärung des Hochrechnens:

Bei 5 verschiedenen Brandversuchen wurden Abluftuntersuchungen durchgeführt. Die jährlich durchgeführten Prüfungen wurden vom Leiter des Brandlabors diesen 5 Typen zugeordnet und die Dauer der einzelnen Prüfungen geschätzt.

Weil die Messungen nicht alle für diesen Bericht nötigen Daten enthalten, wurden die Emissionsfaktoren nach folgender Methode ergänzt.

1. Alle Emissionsdaten für das beim Versuch verbrauchte Öl wurden von g/h in g/GJ umgerechnet.
2. Die fehlenden Daten für CO₂, SO₂, CH₄ wurden entsprechend dem Heizölverbrauch mit BUWAL Emissionsdaten ergänzt.

Beim der Verbrennung der Holzwerkstoffe ist CO₂ nicht als biogenes CO₂ berücksichtigt. Deshalb hat CO₂ auch einen Einfluss auf die Bewertung.

Die geschätzte Anzahl der verschiedenen Brandversuchstypen beruht auf Erfahrungswerten und Annahmen des Laborleiters.

Brandversuch	Anzahl	Einheit	UBP'97	EI'99(H,A)
Türe einflügelig, Holzwerkstoff, Stahlzarge	4	Versuche	406'424	43
Türe einflügelig, Holzwerkstoff, Holzrahmen	16	Versuche	1'526'600	158
Betonwand	5	Versuche	868'402	104
Türe zweiflügelig, Holzwerkstoff, Holzrahmen	10	Versuche	692'839	71
Türe einflügelig, Pavatex	15	Versuche	1'684'703	175
Total			5'178'968	552

Quellen, Kontakte:

- P. Eggimann, Leiter Brandlabor
- Bericht für Emissionswerte, Dokument: EMPA Nr 148'637 Emissionsmessungen in der Abluft des Vertikalofens (Prüfofen für flammhemmende Baumaterialien)
- Eigene Dateien: Methode für Emissionsfaktor-Hochrechnung für Brandversuche (Anhang)

Analyse

- Die Werte sind wegen der nicht repräsentativen Messdaten und den Hochrechnungen nur sehr grob. Es wurden speziell die NMVOC Luftfremdstoffe nicht separat bewertet. Es ist problematisch, dass schlüssige Aussagen über einige stark karzinogene Stoffe, die typischerweise aus Brandversuchen stammen, nicht möglich sind.
- Die Umweltbelastungen sind wahrscheinlich grösser als hier erfasst.