

Schlussbericht **Dezember 2004**

# **Vorarbeiten zum Start der Kampagne Druckluft effizient Schweiz und begleitende Arbeiten zum Aufbau eines Druckluftkompetenzzentrums**

ausgearbeitet durch

Dr. Peter Radgen  
Fraunhofer-Institut für Systemtechnik  
und Innovationsforschung (ISI)  
Breslauer Strasse 48  
76139 Karlsruhe  
Deutschland

Bruno Stadelmann  
Hochschule für Technik und Architektur Luzern  
Technikumstrasse 21  
CH-6048 Horw  
Schweiz

**Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschließlich der Autor dieses Berichts verantwortlich.**

**Weitere Informationen über das Programm „Elektrizität“ des Bundesamts für Energie stehen auf folgender Web-Seite zur Verfügung:**

[www.electricity-research.ch](http://www.electricity-research.ch)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>2</b>
Zusammenfassung - Abstract (deutsch) .....	2
Summary - Abstract (English) .....	3
Résumé - Abstract (français) .....	4
RIEPILOGO - Abstract (italiano) .....	5
<b>1 Ausgangslage.....</b>	<b>6</b>
1.1 Bedeutung .....	6
1.2 Projektpartner .....	6
1.1.1 Fraunhofer ISI .....	6
1.1.2 HTA Luzern .....	6
1.3 Projektziele .....	7
<b>2 Vorgehen.....</b>	<b>7</b>
2.1 Erstellung des endgültigen Umsetzungskonzeptes .....	7
2.1.1 Öffentlichkeitsarbeit.....	7
2.1.2 Information und Qualifikation:.....	9
2.1.3 Messkampagne: .....	10
2.1.4 Benchmarking .....	12
2.1.5 Best Practice Brochüre.....	13
2.2 Gespräche mit Industriepartnern und anderen Akteuren .....	13
2.3 Durchführung eines Pilotprojektes in einem Chemieunternehmen .....	13
<b>3. Quellenverzeichnis.....</b>	<b>15</b>

# Zusammenfassung

## Zusammenfassung - Abstract (deutsch)

Ziel des Projektes war es eine Energieeffizienz Kampagne im Bereich der Druckluftversorgung in der Schweiz vorzubereiten. Durch eine solche Kampagne könnte ein Beitrag zur Energieeffizienz, zur Stärkung der schweizerischen Wirtschaft und zum Umweltschutz geleistet werden.

Im Rahmen der Vorarbeiten wurden drei Arbeitspaket behandelt:

- Erstellung eines Umsetzungskonzeptes mit der Definition der einzelnen durch die Kampagne umzusetzenden Maßnahmen
- Einbindung aller relevanten Akteure in die Vorarbeiten und Gewinnung von Unternehmen für die aktive Umsetzung und Mitfinanzierung der Aktivitäten
- Pilotvorhaben zur Optimierung der Druckluftversorgung in einem Chemieunternehmen

Als wesentliche Maßnahmen im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit wurden die direkten Kontakte zu Branchenverbänden und zu Energie-Tischen identifiziert. Dabei wurde der persönliche Kontakt zu Multiplikatoren als besonders entscheidend identifiziert. Pressegespräche und Pressemitteilungen sollen das Thema Energieeffizienz in Druckluftanlagen in den Printmedien in der Schweiz verankern helfen. Um einen einheitlichen Auftritt der Kampagne zu realisieren wurden Entwürfe für ein Kampagne Logo erarbeitet.

Im Bereich der Information und Qualifikation soll auf dem Internetangebot der Kampagne Druckluft effizient aufgebaut werden. Ergänzend sollten Fachinformationen zu den folgenden Themen erstellt werden: Analyse von Druckluft Leckagen; Vergleich von Splitting und Drehzahlregelung zur Anpassung an den Druckluftverbrauch; Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen ölfreier und öleingespritzter Verdichtung. Zudem sollten alle Informationen in Deutsch, Französisch und Italienisch zur Verfügung gestellt werden, hier sind demnach entsprechende Übersetzungsarbeiten erforderlich.

Des Weiteren sollen kleine Softwaretools die Druckluftanwender unterstützen. Vorgeschlagen wird die Entwicklung von Tools für folgende Bereiche: Wärmerückgewinnung; Rohrleistungsdimensionierung; Abschätzung von Kosteneinsparpotentialen, Kosten von Druckluftleckagen, Luftverluste zeitgesteuerter Kondensatableiter.

Für den Bereich der Qualifikation werden Struktur und Ablauf von Informationsabenden zur Druckluft vorgeschlagen. Abgerundet werden die Maßnahmen durch die Publikation von Fachbeiträgen über die einzelnen Ergebnisse der Kampagne in den Fachmedien.

Um Druckluftanalysen künftig zu vereinheitlichen, wird die Entwicklung eines modularen Konzeptes und die pilothafte Erprobung im Rahmen der Kampagne vorgeschlagen. Das Druckluft Benchmarking sollte aus Deutschland übernommen werden und an die Schweizer Bedürfnisse angepasst werden. Zudem sollten in einer "Best Practice Brochüre" erfolgreiche Beispiele der effizienten Druckluftversorgung zusammengestellt und veröffentlicht werden.

Im Rahmen des Projektes wurden zudem intensive Gespräche mit verschiedenen Akteuren durchgeführt. Im Rahmen der Gespräche gaben bereits 10 Unternehmen Zusagen ab, eine mögliche und sinnvolle Kampagne Druckluft Schweiz fachlich und finanziell zu unterstützen.

Das Pilotvorhaben wurde bei der Firma Clariant (Schweiz) AG im Werk Muttenz durchgeführt. Dort werden ein Fabrikluftnetz (300 kPa) und ein Werksluftnetz (700 kPa) betrieben. Untersucht wurde die Erzeugung, Aufbereitung und Hauptverteilung im Werk. Die Ergebnisse sind in einem getrennten Berichtsband zusammengefasst.

## Summary - Abstract (English)

This project prepared an energy efficiency campaign in the field of compressed air supply in Switzerland. The objective was to contribute to energy efficiency and environmental protection and to strengthen the Swiss economy.

Three work packages were handled as part of the preliminary work:

- drawing up an implementation plan which defines the individual measures to be implemented by the campaign;
- involving all the relevant players in the preparation and acquiring companies for the active realization and co-financing of the activities;
- a pilot project to optimize the compressed air supply in a chemical company

Direct contacts to sector associations and organisations and to energy boards were identified as major measures in public relations. Of these, a personal contact to potential multipliers was identified as being especially decisive. Press interviews and press releases aim to firmly establish the topic of energy efficiency in compressed air systems in the printed media in Switzerland. In order to give the campaign a consistent appearance, designs for a campaign logo were developed.

Concerning information and qualification, it is intended to build on the Internet website of the German "Druckluft effizient" campaign. In addition, specialist information is to be compiled on the following topics: analysis of compressed air leaks; comparing splitting and speed control for adjusting compressed air consumption; comparing the advantages and drawbacks of oil-free and oil-injected compression. In addition, all the information should be available in German, French and Italian which will require corresponding translations.

Furthermore, small software tools will support the compressed air users. Tools for the following areas have been suggested: heat recovery; sizing of piping; estimating cost saving potentials, costs of compressed air leaks, and air losses of time-controlled condensate traps.

With regard to qualification, it is proposed to hold information evenings on compressed air and to plan their structure and programme. The measures are rounded off by the publication of specialist articles on the individual results of the campaign in the specialist media.

It is suggested to develop a modular concept in order to standardize compressed air analyses in the future and to test this within the scope of the campaign. The compressed air benchmarking used in Germany is to be adopted and adapted to Swiss requirements. In addition, successful examples of efficient compressed air supply are to be compiled and published in a best practice brochure.

Within the scope of this project, intensive discussions have been held with various players. During these talks, 10 companies have already agreed to professionally and financially support a compressed air campaign in Switzerland.

The pilot project was conducted at Clariant (Schweiz) AG in its facilities in Muttenz. There are two air supply networks in operation there, a working air network (300 kPa) and a control air network (700 kPa). The production, treatment and distribution in the works were examined. The results are summarized in a separate report.

## Résumé - Abstract (français)

L'objectif du projet était de préparer une campagne sur l'efficacité de l'énergie dans le domaine de l'approvisionnement en air comprimé en Suisse. A travers une telle campagne, une contribution pourrait être apportée à l'efficacité de l'énergie, au renforcement de l'économie suisse et à la protection de l'environnement.

Dans le cadre des études préliminaires, trois ensembles de travaux ont été réalisés :

- Élaboration d'un concept de mise en pratique avec la définition de chacune des mesures qui devront être mises en œuvre durant la campagne
- Intégration de tous les acteurs essentiels dans les travaux préliminaires et démarchage d'entreprises pour la mise en pratique active et l'aide au financement des activités.
- Projet pilote pour l'optimisation de l'approvisionnement en air comprimé dans une entreprise de chimie

Les contacts directs aux associations et aux plates-formes de l'énergie ont été identifiés comme étant les mesures essentielles dans le domaine des relations publiques. En outre, le contact personnel aux personnes d'influence a été identifié comme particulièrement décisif. Des conférences de presse et des communiqués dans la presse écrite en Suisse doivent aider à ancrer le thème de l'efficacité énergétique des installations à air comprimé. Afin de réaliser un lancement cohérent de la campagne, des esquisses d'un logo de campagne ont été réalisées.

Dans le domaine de l'information et de la qualification, la campagne *Air Comprimé* doit s'appuyer efficacement sur les possibilités offertes par Internet. En complément, des informations spécialisées dans les thèmes suivants devraient être rédigées : analyse des fuites d'air comprimé ; comparaison du splitting et du réglage de vitesse pour l'adaptation à la consommation en air comprimé ; mise en parallèle des avantages et inconvénients de la compression lubrifiées avec la compression non lubrifiées. De plus, toutes les informations devraient être mises à disposition en allemand, français et italien, et par conséquent les travaux de traduction correspondants sont nécessaires.

En outre, de petits logiciels doivent assister les utilisateurs d'air comprimé. Le développement de logiciels pour les domaines suivants a été proposé : récupération de la chaleur ; dimensionnement des systèmes de distribution d'air comprimé ; estimation des économies de coûts potentielles, des coûts de fuites d'air comprimé, des pertes d'air du purgeur de condensat.

Pour le domaine de la qualification, une structure et un déroulement de soirées d'information sur l'air comprimé ont été proposés. Les mesures sont complétées par la publication de rapports sur les différents résultats de la campagne dans les médias spécialisés.

Pour standardiser à l'avenir les analyses des systèmes d'air comprimé, le développement d'un concept modulaire et le test pilote dans le cadre de la campagne ont été proposés. L'analyse comparative de l'air comprimé devrait être empruntée à l'Allemagne et adaptée aux besoins de la Suisse. En outre, des exemples de succès d'installations à air comprimé efficaces devraient être rassemblés et publiés dans une brochure « *Best Practice* ».

Dans le cadre du projet, des discussions intensives avec plusieurs acteurs ont de plus été organisées. Dans le cadre des discussions, 10 entreprises s'étaient déjà engagées à soutenir techniquement et financièrement une possible et satisfaisante campagne *Air Comprimé Suisse*.

Le projet pilote a été réalisé dans l'usine MuttENZ de l'entreprise Clariant (Suisse) AG. Un circuit d'air d'atelier (300kPa) et un circuit d'air de l'usine (700kPa) y ont été exploités. La production, le traitement et la distribution générale dans l'atelier ont été analysés. Les résultats sont réunis dans un rapport séparé.

## RIEPILOGO - Abstract (italiano)

Scopo del progetto è stato quello di preparare in Svizzera una campagna sull'efficienza energetica nel campo del rifornimento d'aria compressa. Attraverso questa campagna è stato possibile contribuire all'efficienza energetica, al rafforzamento dell'economia svizzera e alla tutela dell'ambiente.

Nell'ambito dei lavori preliminari sono stati trattati tre pacchetti lavorativi:

- Stesura di un progetto per la realizzazione con la definizione dei singoli provvedimenti che devono essere realizzati attraverso la campagna
- Integrazione nei lavori preliminari di tutti gli attori rilevanti e adesione da parte di imprese per la realizzazione attiva e il cofinanziamento delle attività
- Progetto pilota per l'ottimizzazione del rifornimento di aria compressa in una ditta chimica

Nel campo dei lavori pubblici le principali misure che sono state prese sono i contatti diretti con associazioni del settore e tavole rotonde sul tema "energia". A questo proposito il contatto personale con i moltiplicatori è stato identificato come un aspetto particolarmente decisivo. Colloqui con la stampa e comunicati stampa dovrebbero aiutare a rinforzare il tema dell'efficienza energetica negli impianti ad aria compressa nella stampa in Svizzera. Per realizzare un'entrata in scena unitaria della campagna sono stati elaborati schizzi per un logo della campagna.

Per quanto concerne l'informazione e la qualificazione bisogna predisporre in modo efficiente l'offerta in internet della campagna. Dovrebbero essere date informazioni qualificate sui seguenti temi: analisi di fughe d'aria compressa; confronto tra frazionamento e regolazione del numero di giri per l'adattamento del consumo di aria compressa; analisi dei vantaggi e degli svantaggi di una compressione senza e con olio. Inoltre tutte le informazioni dovrebbero essere messe a disposizione in tedesco, francese ed italiano, in questo caso sono necessari i relativi lavori di traduzione.

In seguito gli applicatori di aria compressa devono essere assistiti da softwaretools. Sugeriamo lo sviluppo di tools informatici per i seguenti campi: recupero del calore; dimensionamento della resa del tubo; valutazione delle possibilità di risparmio delle spese, spese per le fughe d'aria compressa, perdita d'aria dello scaricatore di condensa a regolazione temporizzata.

Per quanto riguarda la qualificazione suggeriamo struttura e svolgimento di serate informative sull'aria compressa. Queste misure vengono completate attraverso la pubblicazione di articoli qualificati sui singoli risultati della campagna nei media specializzati in questo settore.

Per una futura standardizzazione delle analisi dell'aria compressa suggeriamo lo sviluppo di un progetto modulare e il collaudo pilota nell'ambito della campagna. Il benchmarking dell'aria compressa dovrebbe essere preso dalla Germania e adattato alle esigenze della Svizzera. Inoltre in una "Best Practice Brochure" dovrebbero essere raccolti e pubblicati esempi significativi di un efficiente rifornimento d'aria compressa.

Sono state fatte inoltre discussioni intensive con i diversi protagonisti nell'ambito del progetto. In questi colloqui già 10 aziende hanno promesso di sostenere da un punto di vista professionale ed economico una possibile e funzionale campagna dell'aria compressa in Svizzera.

I lavori preliminari sono stati eseguiti nella ditta Clariant SpA (Svizzera) nella sede di Muttenz. Lì sono state azionate una rete d'aria per la fabbrica (300 kPa) e una rete d'aria per lo stabilimento (700 kPa). Sono stati esaminati la produzione, la preparazione e il centro di distribuzione nello stabilimento. I risultati sono riassunti in un rapporto separato.

# 1 Ausgangslage

Im Jahr 2003 wurde durch das Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI) Machbarkeitsstudie zur Übertragung der erfolgreichen deutschen Kampagne Druckluft effizient in die Schweiz durchgeführt. Zeitgleich wurde unter Federführung der Hochschule für Technik und Architektur (HTA) eine Untersuchung durchgeführt, ob in der Schweiz ein fachlicher Bedarf für ein Kompetenzzentrum Druckluft in der Schweiz vorhanden ist und ob ein solches Kompetenzzentrum mittelfristig kostendeckend betrieben werden könnte.

Ziel der nun beantragten Vorarbeiten ist es, zusammen mit den Industriepartnern ein endgültiges Arbeitsprogramm zu entwickeln und für die finanziellen Beiträge der Industriepartner und der öffentlichen Mittel feste Mittelzusagen zu erzielen.

Aufbauend auf den bereits im Rahmen der Machbarkeitsstudie erarbeiteten Kontakten zu möglichen Industriepartnern sollen diese weiter vertieft werden. Zeitgleich mit der Mitteleinwerbung soll dabei das zukünftige Druckluftkompetenzzentrum an der HTA Luzern bekannt gemacht und beworben werden.

## 1.1 Bedeutung

Die Druckluftherzeugung liefert einen nennenswerten Beitrag zum industriellen Stromverbrauch in der Schweiz, wie eine Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie ergeben hat. Umfangreiche Arbeiten in Deutschland belegen dabei, dass im Bereich der Druckluftherzeugung erhebliche wirtschaftliche Stromeinsparpotentiale vorhanden sind, die leider aufgrund vorhandener Hemmnisse durch die Industrie nicht erschlossen werden. Ziel dieser Studie war es Maßnahmen im Detail zu konzipieren und um Unterstützung in der Industrie zu werben, um die Grundlagen für eine Druckluftkampagne in der Schweiz zu schaffen.

## 1.2 Projektpartner

Das Projekt wurde unter der Federführung des Fraunhofer ISI in Kooperation mit der HTA Luzern durchgeführt.

### 1.1.1 Fraunhofer ISI

Die Abteilung „Energietechnik und Energiepolitik“ des Fraunhofer ISI befasst sich mit Studien und Umsetzungsprojekten zur Erreichung einer nachhaltig effizienten Energienutzung mit dem Ziel der Ressourcenschonung und des Umwelt- und Klimaschutzes. Dazu führt das ISI seit vielen Jahren technische und wirtschaftliche Analysen der Möglichkeiten zur rationellen Energienutzung und des Einsatzes erneuerbarer Energien durch. Zu den Arbeitsgebieten gehören außerdem Energieprognosen, Hemmnis-Untersuchungen sowie Analysen und Konzeptionen energiepolitischer Fördermaßnahmen. Das ISI verfügt über vielfältige Erfahrungen auf dem Gebiet der Evaluierung von energie-, umwelt- und klimapolitischen Instrumenten sowie empirischer Untersuchungen mittels Tiefeninterviews und Breitenerhebungen.

Das Fraunhofer ISI war federführend an der EU-Studie [Radgen, 2001] zur Optimierung von Druckluftanlagen beteiligt, auf dessen Ergebnissen das Projekt „Druckluft effizient“ aufsetzt. Darüber hinaus war und ist das Fraunhofer ISI das führende Forschungsinstitut in Fragen der rationellen Energienutzung bei Elektromotorensystemen.

### 1.1.2 HTA Luzern

Die HTA Luzern mit ihren verschiedenen Instituten und speziell mit dem WTT HLKS verfügt über eine ausgewiesene Struktur, auf welche im Bedarfsfalle zurückgegriffen werden kann.

Mit den beiden Stellen akkreditierte Prüfstelle HLK und akkreditierte Kalibrierstelle für Durchfluss Luft kann auf eine langjährige Erfahrung in der Mess- und Prüftechnik aufgebaut werden. Bei diesen beiden Stellen stehen 12 qualifizierte Mitarbeiter zur Verfügung.



Der Leiter des Kompetenzzentrums Druckluft, Herr Bruno Stadelmann ist seit August 2002 Lehrbeauftragter für Sanitärtechnik an der HTA. Vor seiner Tätigkeit an der HTA war er seit 1976 selbstständig in der Planung von Gebäudetechnik tätig und dabei auch immer wieder mit der Beratung und Planung von Druckluftanlagen beschäftigt.

### **1.3 Projektziele**

Kostensenkung und Energieeinsparung durch Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen im Bereich der Druckluftsysteme (Energiekosten ca. 96 Mio. CHF/a, Stromverbrauch ca. 0,761 TWh)

Vorbereitung der Durchführung einer dreijährigen Effizienz-Aktion mit verschiedenen Aktivitäten in der Schweiz. Unterstützung des Aufbaus eines Druckluftkompetenzzentrums an der HTA Luzern.

Einbindung der Akteure, Neutrale (Forschungs-) einrichtungen, Anbieter von Komponenten oder Dienstleistungen für Druckluftsysteme, Druckluftanwender.

Es wird erwartet, dass eine solche Druckluft Kampagne in der Schweiz sowohl zusätzliche Umsätze bei den Anbietern von Drucklufttechnik generiert, bei den Druckluftanwendern zu einer Kostensenkung führt und gleichzeitig ein Beitrag zum Umweltschutz geleistet werden kann. Gleichzeitig würde eine Kampagne Druckluft Schweiz zu einem Know How Transfer in die Hochschulen führen, der den Effizienzgedanken im Bereich der Druckluftsysteme auch in die Ausbildung künftiger Ingenieure einfließen lässt.

## **2 Vorgehen**

### **2.1 Erstellung des endgültigen Umsetzungskonzeptes**

Aus den Erfahrungen des Projektes Druckluft effizient in Deutschland liegen umfangreiche Erfahrungen mit dem Bedarf an Informationen und Hilfestellungen vor, die die Druckluftanwender benötigen. Auf Basis dieser Erfahrungen wurde aufbauend auf dem Aktionsprogramm von Druckluft effizient ein auf die Schweizer Verhältnisse angepasstes Programm entwickelt.

#### **2.1.1 Öffentlichkeitsarbeit**

Eine Effizienzkampagne für Druckluftanlagen muss den Endanwender erreichen. Dabei sind sowohl die technischen Ebenen als auch die Finanzverantwortlichen bzw. die Geschäftsleitungsebene zu erreichen. Geeignete Kanäle sind hier meist die Tages- und Wirtschaftspresse, sowie entsprechend besetzte Tagungen. Zudem gilt es in der Schweiz aufgrund der Größe des Landes gezielt auf die persönliche Kommunikation zu achten und geeignete Multiplikatoren zu gewinnen, die das Thema zu Ihrem eigenen Anliegen machen.

Ein erfolgreicher Anknüpfungspunkt für die Öffentlichkeitsarbeit stellen dabei die Energie-Tische in verschiedenen Regionen da. Da sich hier Unternehmen versammeln, die sich die Umsetzung von Energieeinsparungen vorgenommen haben, dürfte hier die Motivation bei den Druckluftanwendern besonders hoch sein.

Gezielt angesprochen werden sollen auch die Branchenverbände von Sektoren, in denen ein hoher Druckluftbedarf besteht. Als Informationsmaterialien sollen Info-Flyer und Plakate konzipiert werden, die zum einen auf die Unterstützungsangebote einer Kampagne Druckluft Schweiz hinweisen und die zum anderen als Informationsmaterial zur Sensibilisierung der Mitarbeiter in den Unternehmen eingesetzt werden können.

Von großer Bedeutung dürfte zudem sein, dass das Thema Energie und Druckluft nicht nur zu einer Eintagsfliege wird, sondern über einige Jahre kontinuierlich in der Diskussion bleibt. Eine Öffentlichkeitsarbeit muss über regelmäßige Presseinformationen, Hintergrundgespräche und Kontaktpflege mit allen relevanten Akteuren dafür sorgen, dass in den Führungsebenen der Unter-

nehmen der Druckluft die Bedeutung zukommt, wie sie ihr aufgrund der hohen Bedeutung für eine zuverlässige und kostengünstige Produktion zukommt.





Erfolg versprechend erscheint auch eine branchenspezifische Schwerpunktbildung und Zusammenarbeit mit den entsprechenden Branchenverbänden von Industriezweigen mit hohem Druckluftverbrauch.

Wesentlich für eine erfolgreiche Bekanntmachung der Kampagne ist zudem ein einheitlicher Auftritt mit einem Logo. Für eine Kampagne Druckluft Schweiz wurden erste Entwürfe einer geeigneten Bild/Wortmarke entwickelt und die Entwürfe mit den möglichen Projektpartnern, diskutiert. Generelle Probleme ergeben sich dabei aus der Tatsache, dass es keine offensichtliche Form der Darstellung eines Druckluftsystems gibt, durch das Logo ein Bezug der Kampagne zur Schweiz dargestellt werden soll und möglichst die Sprachen Deutsch, Französisch und Italienisch abgedeckt werden sollen. In den folgenden Abbildungen sind die mit den potentiellen Industriepartnern diskutierten Entwürfe dargestellt.

**Tabelle 1: Logo Entwürfe für eine mögliche Kampagne Druckluft Schweiz**


Im Zuge der Diskussionen ergab sich dabei, dass eine Wortmarke als sinnvollste Lösung angesehen wurde. Auf dieser Basis wurden neue Entwürfe erarbeitet, die in Tabelle 2 dargestellt sind. Diese Wortmarken können dabei in den verschiedenen Sprachversionen genutzt werden, die alle ein einheitliches aussehen haben. Die Wortmarke lehnt sich dabei an die bekannte Schweizer Kampagne Energie Schweiz an, dessen Bestandteil eine Kampagne Druckluft Schweiz ggf. werden könnte.

**Tabelle 2: Wortmarken für eine Kampagne Druckluft Schweiz**

<b>Druckluft Schweiz</b>  Energie effizient	<b>Air Comprimé Suisse</b>  Énergie efficiente
<b>Aria Compressa Svizzera</b>  Energia efficiente	<b>Compressed Air Swiss</b>  Energy efficient

Als wesentliches Element der Kommunikation und Informationsvermittlung sollte ein Internetangebot aufgebaut werden. Dabei kann auf den kürzlich begonnenen Vorarbeiten [Radgen, 2004] aufgebaut werden, in dessen Rahmen ein internetbasiertes Druckluft Benchmarking unter [www.druckluft-schweiz.ch](http://www.druckluft-schweiz.ch) aufgebaut und betrieben wird. Im Rahmen einer möglichen Kampagne Druckluft Schweiz könnte dieser Internetauftritt inhaltlich ausgebaut werden und als universelle Informationsplattform für Druckluftanlagen in der Schweiz dienen.

Um die Einbindung der Kampagne in das Programm Energie Schweiz zu verdeutlichen und die Vielzahl unterschiedlicher Logos zu begrenzen wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber vereinbart im Falle der Umsetzung kein neues Logo zu verwenden sondern das Logo von Energie Schweiz zu nutzen und durch entsprechende Textergänzungen auf die Teilaktivität hinzuweisen. Dabei sollten die verwendeten Schriftarten der Basisschrift des Logos entsprechen, was in der folgenden beispielhaften Darstellung noch nicht realisiert wurde.

**effiziente druckluft**  
*eine Kampagne von*



Zudem soll das Thema Effizienz in Druckluftanlagen auch über Publikationen in Fachzeitschriften mit Themenschwerpunkt Energie als auch über Branchenzeitschriften transportiert werden.

### 2.1.2 Information und Qualifikation:

Neben der allgemeinen Öffentlichkeitsarbeit, deren Ziel im wesentlichen die Sensibilisierung der Verantwortlichen zum Ziel hat, muss im Rahmen einer Kampagne Druckluft Schweiz zusätzlich ein Angebot bestehen, um sensibilisierten Unternehmen, die Maßnahmen zur Optimierung der Druckluftversorgung umsetzen wollen, weitere Hilfestellung zu geben. Die Informationen müssen eine fachliche Orientierung haben und einzelne bekannte Probleme und deren Lösung im Detail beschreiben. Ein Beispiel hierfür sind die Fakten Druckluft zu verschiedenen Themen, die im Rahmen der Kampagne Druckluft effizient erstellt, die jedoch nur in deutscher Sprache zur Verfügung stehen. Diese sollten ins Französische und Italienische übersetzt werden und auf den Internetseiten von Druckluft Schweiz zum download zur Verfügung gestellt werden. Zur Wahrung des Copyrights wird auf den Übersetzungen deutlich auf die Herkunft der Informationen von Druckluft effizient hingewiesen. Des Weiteren sollte die Themenpalette ergänzt werden um Fakten zur

- Analyse von Druckluft Leckagen,
- Zum Vergleich zwischen Splitting Konzept und Drehzahlregelung,
- Zur Gegenüberstellung zwischen Ölfreien und Öleingespritzten Kompressoren,

wobei auch diese Fakten in Deutsch, Französisch und Italienisch bereitgestellt werden sollten.

Zur weitergehenden Information sollten über den Internetauftritt zudem die umfangreichen Informationen, Studien und Fallbeispiele verfügbar sein, die in anderen Ländern erarbeitet wurden. Wenn möglich sollte eine Suchfunktion ermöglichen die Inhalte in einfacher Form über eine Stichwortsuche zu ermitteln.

Erfahrungen aus der deutschen Druckluftkampagne zeigen zu dem, dass kleine Softwaretools, die zur Abschätzung von Einsparpotentialen dienen oder mit deren Hilfe eine grobe Auslegung von Anlagenkomponenten möglich ist, das Angebot sinnvoll ergänzen. Ein einfaches Softwaretool zur Berechnung der Lebenszykluskosten wurde im Rahmen der deutschen Kampagne entwickelt und stieß auf sehr positive Resonanz. Dabei werden von Druckluftanwendern weitere Tools nachgefragt, die im Rahmen einer Schweizer Kampagne erstellt werden sollten. Im einzelnen sollten Berechnungstools zu folgenden Themen erarbeitet werden.

- Kosteneinsparung durch Wärmerückgewinnung
- Grob-Dimensionierung bzw. Dimensionierungsprüfung von Druckluftverteilungen
- Abschätzung von Kosteneinsparpotentialen im Bereich Druckluftanlagen in Abhängigkeit von Umsatz, Gesamtstromverbrauch und Industriesektor
- Leckageanalysetool zur Abschätzung der Einsparpotentiale durch Leckagebeseitigung

Im Bereich der Qualifikation gibt es bereits einige Schulungsangebote von Seiten der Hersteller von Druckluftanlagen. Dabei handelt es sich meist um eintägige Schulungen, die die Grundlagen der Drucklufttechnik vermitteln und die auch auf Fragen der Energieeinsparung eingehen.

Bisher nicht angeboten werden Informationsabende, die zum Beispiel in Zusammenarbeit mit den Kantonalen Energiestellen angeboten werden könnten. Solche Informationsabende könnten nach folgendem Konzept strukturiert sein.

- Allgemeine Begrüßung
- Einführung (Energetische Bedeutung der Druckluft; Einsparpotentiale, Informationsangebote)
- Vortrag eines industriellen Kampagne Partners über eine ausgewählte Energiesparoption
- Vortrag eines Druckluft Anwenders über seine Erfolge und Schwierigkeiten bei der Optimierung der Druckluftversorgung
- Diskussionsrunde
- Fachliche Austausch mit den Teilnehmern der Veranstaltung bei Bier und Brezel

Dabei ist zu prüfen, ob ein solches Konzept ggf. auch in der französischen und italienischen Schweiz in der jeweiligen Sprache realisiert werden kann. Wichtiger Baustein dieses Konzeptes sind dabei die Vorträge der Druckluftanwender, denn Sie zeigen die praktischen Probleme und Einsparpotentiale aus erster Hand auf.

Im Rahmen von Fachbeiträgen in Zeitschriften und auf Konferenzen sollte zudem über die Ergebnisse der Arbeiten zur Erstellung eines Druckluftanalyse Konzeptes sowie der Pilothaften Erprobung des Konzeptes in ausgewählten Unternehmen berichtet werden.

### **2.1.3 Messkampagne:**

Entwicklung eines Standardkonzeptes für ein Druckluftaudit, Erprobung an Pilotfällen, Entwicklung gemeinsamer Tools, Checklisten.

In den meisten Druckluft anwendenden Unternehmen ist weder der Luftverbrauch noch der Stromverbrauch für die Druckluftherzeugung und -aufbereitung bekannt. Entsprechend der mangelnden Informationen über den Verbrauch unterbleiben häufig wirtschaftlich sinnvolle Maßnahmen zur

Verbesserung der Energieeffizienz von Druckluftanlagen. Aus diesem Grunde wurden im Rahmen der deutschen Kampagne ca. 90 Druckluftaudits in verschiedenen Unternehmen durchgeführt. Dabei sollte der Systemansatz im Rahmen der Audits berücksichtigt werden. Die Analysen sollten vorrangig nicht dem Ziel dienen, Kompressoren oder andere Komponenten zu verkaufen, sondern sollten auch die Einsparpotentiale im Bereich Leckagereduzierung und Wärmerückgewinnung aufzeigen, die meist sehr kostengünstig sind und keine oder nur geringe Investitionen erfordern, und die deshalb häufig bei der Analyse nicht berücksichtigt werden.

Ähnlich wie in Deutschland bieten die Kompressorenhersteller auch in der Schweiz meist die Messung der Drucklufterzeugung gegen geringe Gebühr oder mit Verrechnung bei späterem Anlagenneukauf an. Diese Messungen beschränken sich jedoch dann meist zielgerichtet auf die Kompressoren. Auf der anderen Seite besteht auf Seiten der Anwender meist keine Bereitschaft, für eine detaillierte Analyse der Druckluftversorgung die Kosten zu übernehmen.

Die Kosten einer vollständigen und detaillierten Analyse mit ausführlichem Bericht liegen zudem deutlich höher als eine einfache Messung der Laufzeiten der Kompressoren. Im Rahmen der Messkampagne von Druckluft effizient Deutschland gab es deutliche Unterschiede in der Vorgehensweise bei den einzelnen Herstellern, da die gewünschte Vorgehensweise nicht im Voraus detailliert festgelegt wurde. Dabei ist jedoch zu beachten, dass nicht alles was technisch möglich ist auch wirtschaftlich sinnvoll ist, denn der Umfang und die Detaillierung einer Analyse sollten sich auch an der Größe der Druckluftanlage bzw. den absoluten Einsparpotentialen orientieren. Ein entsprechendes Konzept muss deshalb modular aufgebaut sein, so dass je nach zu analysierender Druckluftversorgung die Bausteine einzeln zusammengestellt werden können. Wichtige Bausteine in einem Konzept, dass durch die Projektgruppe gemeinsam erarbeitet werden soll sind u.a.:

- Messung der Last- und Leerlaufzeiten der Kompressoren
- Messung des Stromverbrauchs bzw. der Leistungsaufnahme im Last- und Leerlauf der einzelnen Kompressoren
- Messung der erzeugten Druckluftmenge
- Messung des Drucks vor und hinter der Aufbereitung und an einem/mehreren Punkten im Betrieb
- Erstellung eines Prinzipschemas / R&I der Druckluftversorgung
- Analyse der Druckluftqualität (Partikel, Restölgehalt, Drucktaupunkt)
- Fotodokumentation der Anlagenkomponenten
- Pläne der Druckluftverteilung mit Angaben zu Rohrmaterial, Verbindungstechnik und Querschnitten
- Dokumentation der Messergebnisse in Form eines Berichtes
- Erarbeitung von Maßnahmenvorschlägen mit Angaben zu Einsparungen und Kosten

Anstelle einer umfangreichen Messkampagne erscheint es deshalb im Rahmen einer Kampagne Druckluft Schweiz sinnvoller, ein detailliertes Konzept für die Durchführung von Druckluftaudits zu entwickeln. Zusätzlich sollten einige Hilfsmittel (Excel Spreadsheets) für die Berechnung von Einsparungen erstellt werden oder ein Weg gesucht werden, wie die Ergebnisse, die mit firmenspezifischer Software ermittelt wurden, verifiziert werden können. Dieses Konzept sollte dann exemplarisch auf ca. zwei bis fünf Betriebe angewendet werden. Die Umsetzung könnte dabei z. B. gemeinsam mit einem Kompetenzzentrum Druckluft erfolgen, dass im Rahmen der Durchführung entsprechende Kompetenzen aufbauen könnte. Die Ergebnisse der Pilotmessungen sollen zudem im Rahmen der Kommunikation der Kampagne als Vorzeigeunternehmen genutzt werden.

Die Suche der Unternehmen, die eine solche für das Unternehmen weitgehend kostenfreie Pilotmessung erhalten, sollte im Zuge einer Ausschreibung erfolgen, für die sich die Unternehmen bewerben können. Sofern aufgrund der verfügbaren Projektmittel erforderlich, müssen sich die aus-

gewählten Unternehmen ggf. mit einem kleinen finanziellen Beitrag an den Kosten der Druckluftanalyse beteiligen. Bereits die Ausschreibung der Pilotmessungen dürfte einen positiven Werbeeffekt für die Kampagne haben.

### 2.1.4 Benchmarking

Ziel des Druckluft-Benchmarking ist es, dass Betriebe die energetische Situation ihrer Druckluftanlage mit Anlagen anderer Betrieben vergleichen können und gleichzeitig eine Rückmeldung über die Erfolge umgesetzter Maßnahmen erhalten. Das Benchmarking liefert damit Antworten auf Fragen wie z. B.

- ◆ Ist der Energieverbrauch meiner Druckluftanlage zu hoch?
- ◆ Sind die Wartungskosten meiner Druckluftanlage zu hoch?
- ◆ Wo liegt mein Betrieb im Vergleich mit Betrieben aus der gleichen Branche?

Zur Analyse dienen dabei geeignete Kennzahlen, wie sie auch im betrieblichen Controlling als leistungsfähiges Instrument seit langem verwendet werden, um umfangreiche Daten auf eine überschaubare Anzahl aussagekräftiger Schlüsselinformationen zu verdichten.

Das Benchmarking liefert dabei aussagekräftige Zahlen, um eine erste energetische Beurteilung der Druckluftanlage durchzuführen, ohne das hierzu die Einschaltung eines externen Beraters erforderlich wäre, was gerade auch in Bezug auf die kleineren Druckluftanlagen in der Schweiz von Bedeutung ist.

Dabei kann bei der Entwicklung auf die Erfahrungen des für die Kampagne Druckluft effizient entwickelten internetbasierten Benchmarkings zurückgegriffen werden, dass seit Oktober 2003 zur Verfügung steht. Um das Benchmarking im Rahmen einer Kampagne Druckluft Schweiz einsetzen zu können, sind jedoch eine Reihe von Anpassungen erforderlich. Dies betrifft zum einen die Währungsangaben, die von Euro auf Schweizer Franken umgestellt werden müssen, als auch die Frage der Sprache des Angebotes, das derzeit nur in deutscher Sprache durch die Kampagne Druckluft effizient angeboten wird. Wenn technisch möglich sollten zudem neben den Schweizer Anlagendaten auch ein Vergleich mit den Kennzahlen deutscher Unternehmen möglich sein. Werden die deutschen Kennzahlen in den Vergleich einbezogen hat dies zudem den Vorteil, dass die Vergleichsbasis breiter wird und damit zu einem früheren Zeitpunkt für den Vergleich jeweils die spezifische Branche des Unternehmens herangezogen werden kann, was die Aussagekraft der Kennzahlen deutlich erhöht.

Besonderer Bedeutung kommt beim Benchmarking der Vertraulichkeit der Unternehmensdaten zu. Dem wird durch einen Passwortschutz jedes Datensatzes und die SSL-verschlüsselte Datenübertragung Rechnung getragen. Die Daten werden beim Fraunhofer ISI gespeichert und nicht an Dritte weitergegeben. Auch die andern Projektpartner und das Bundesamt für Energie erhalten keinen Zugang zu den gespeicherten, firmenspezifischen Daten. Das eigentliche Benchmarking erfolgt dann auf Basis von anonymisierten Kennzahlen, die keinen Rückschluss auf die am Benchmarking teilnehmenden Unternehmen zulassen. Damit wird bestmöglicher Datenschutz für die Unternehmen gewährleistet.

Da die Kampagne Druckluft effizient zum Ende des Jahres 2004 ausläuft, wurde die Realisierung des Druckluft-Benchmarking bereits kurzfristig vorgezogen. Derzeit werden die entsprechenden Internetseiten und die Datenbank erstellt, so dass das Druckluft Benchmarking in der Schweiz bereits Mitte 2005 in deutscher Sprache zur Verfügung stehen wird.

Im Rahmen einer Kampagne Druckluft Schweiz sollte das für die Druckluftanwender kostenfreie Benchmarking-Angebot möglichst breit bekannt gemacht werden. Zusätzlich wären die Internetseiten des Benchmarking in die übrigen Landessprachen Französisch und Italienisch zu übersetzen.

### 2.1.5 Best Practice Broschüre

Im Rahmen der Kampagne Druckluft effizient wurde in Deutschland ein Druckluft effizient Preis ausgeschrieben. Diese werbewirksame Form auf die Einsparpotentiale in Druckluftanlagen hinzuweisen wurde im Rahmen der deutschen Kampagne zweimal durchgeführt. Bei der zweiten Ausschreibungsrunde konnte sich die Jury jedoch nicht auf einen Preisträger einigen, so dass die Werbewirksamkeit der Preisverleihung beeinträchtigt wurde. Aus diesem Grunde wurde die noch in der Vorstudie positiv beurteilte Idee in der Schweiz ebenfalls einen Druckluft Preis auszuloben bei der endgültigen Konzeption der Kampagne wieder verworfen. Als Zielführender wurde stattdessen die Erstellung einer "Best Practice" Broschüre mit konkreten Beispielen aus der Schweiz erachtet. Damit kann zudem sichergestellt werden, dass auch die unterschiedlichsten Aspekte der Druckluftherzeugung, vom Kompressor über die Steuerung und Verteilung bis hin zu der Druckluftanwendung adäquat mit den zugehörigen Einsparpotentialen abgebildet werden können.

In der Broschüre sollte ca. 5 bis 10 Unternehmen und Ihre Maßnahmen zur Optimierung der Druckluftversorgung detailliert dargestellt werden. Nach Fertigstellung der Broschüre könnten die Beispiele zudem in einer Informationsveranstaltung vorgestellt werden. Die Vorstellung könnte auch in die geplanten Infoabende integriert werden.

## 2.2 Gespräche mit Industriepartnern und anderen Akteuren

Eine Kampagne Druckluft Schweiz kann nur dann erfolgreich sein, wenn die Druckluftbranche geschlossen hinter einer solchen Kampagne steht. Die Unternehmen stehen im täglichen Kontakt mit ihren Kunden und es wäre der Intention der Energieeffizienz bei der Druckluftversorgung nicht zuträglich, wenn die Unternehmen eine entsprechende Kampagne nicht unterstützen würden. Aus diesem Grunde wurde in Rahmen einer Vielzahl von persönlichen Einzel- und Gruppengesprächen sowie intensiven Telefongesprächen versucht, die Unternehmen der Druckluftbranche für die eine Druckluftkampagne zu begeistern. Aufgrund der kleinen Anzahl von Mitarbeitern einiger Unternehmen stellt die aktive Mitarbeit an einer solchen Kampagne eine große Herausforderung für diese Unternehmen dar. Zudem mussten die Unternehmen davon überzeugt werden, dass eine solche Kampagne nicht nur Kosten verursacht sondern auch jedem Unternehmen einen Nutzen bringt, sei es durch Publizität durch die Kampagne oder ein anziehen von Umsätzen durch zunehmende Investitionen zur Optimierung der Druckluftversorgung.

Die konstruktiven Gespräche gestalten sich gerade zu Beginn als sehr aufwendig, schauen die Unternehmen doch häufig zuerst mal darauf, wie sich die Wettbewerber bezüglich der Unterstützung einer solchen Kampagne entscheiden.

Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung können zehn feste Zusagen zur Unterstützung einer Kampagne Druckluft Schweiz von Unternehmen verzeichnet werden, mit vier weiteren Unternehmen laufen derzeit noch Gespräche. Sofern auch von Seiten des Bundesamtes für Energie Anteilige Mittel zugesagt würden, könnte eine entsprechende Kampagne Anfang 2005 starten. Auch hier wurden bereits erste Gespräche geführt.

## 2.3 Durchführung eines Pilotprojektes in einem Chemieunternehmen

Um erste Erfahrungen mit der Situation der Druckluftanlagen in der Schweiz zu sammeln, wurde bei der Firma Clariant (Schweiz) AG, eine Analyse der Druckluftversorgung im Werk Muttenz (Kanton Basel-Landschaft) durchgeführt. Dort produziert das Unternehmen auf die Bedürfnisse der Kunden zugeschnittene Farbstoff- und Chemikalien-Spezialitäten. Am Standort arbeiten und produzieren rund 1'250 Mitarbeiter nahezu rund um die Uhr auf einem Areal von ca. 327'000 m<sup>2</sup>.

Die Druckluft-Anlage der Clariant AG versorgt das ganze Areal, in welchem neben Clariant noch verschiedene andere Firmen domiziliert sind, in zwei getrennten Netzen mit Druckluft. Sämtliche Druckangaben im Bericht erfolgen in absoluten Werten.

- Fabrikluft (LF) wird mit einem Druck von 300 kPa betrieben.

- Steuerluft (LS) wird mit einem Druck von 700 kPa betrieben.

Clariant betreibt die Druckluftherzeugung, die Aufbereitung und das Hauptverteilnetz bis zum Gebäudeeintritt der verschiedenen Abnehmer. Dort wird der Verbrauch gemessen und entsprechend mit den Abnehmern verrechnet.

Im Rahmen des Pilotvorhabens wurde die Druckluftherzeugung, Aufbereitung und Verteilung bis zu den Messstellen in den einzelnen Gebäuden untersucht. Die Verteilung in den Gebäuden und die Druckluftverbraucher waren nicht Bestandteil der Analyse.

Aufgrund der umfangreichen, mit Hilfe des vorhandenen Leitsystems erfassten Messdaten, wurden außer Druck-, Temperatur- und Drucktaupunktmessungen keine weiteren Messeinrichtungen installiert, sondern es wurden lediglich die Messwerte aus der Leittechnik exportiert und aufbereitet. Da die Datenerfassung nicht nach Kriterien der Analysemöglichkeiten sondern unter Betriebsgesichtspunkten erfolgt, wurden die verfügbaren Daten sachgerecht aufbereitet und dargestellt. Auf Basis der Ergebnisse wurden dann Optimierungsvorschläge erarbeitet und mit dem Unternehmen in Bezug auf eine Umsetzung diskutiert. Die Ergebnisse der Analyse bei der Firma Clariant stehen als separater Schlussberichtsteil zur Verfügung.



### 3. Quellenverzeichnis

- Druckluft effizient: **Fakten Druckluft I-IX**. „Druckluft effizient“ c/o Fraunhofer ISI, Karlsruhe, Ausgabe Oktober 2003. (<http://www.druckluft-effizient.de/fakten/fakten-dl.php>)
- Druckluft Schweiz: **Unterlagen zum Druckluft-Workshop**. Workshop an der HTA Luzern in Horw, Schweiz, 17. September 2003. (<http://www.electricity-research.ch>)
- Dudda, C; Radgen, P.; Schmid, J.: **Contracting, Finanzierung, Betreibermodelle**. „Druckluft Effizient“ c/o Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 2002. (<http://www.druckluft-effizient.de/contracting>)
- Gloor, R.: **Energieeinsparungen bei Druckluftanlagen in der Schweiz**. Programm Elektrizität, Bundesamt für Energie, Bern, Juli 2000. (<http://www.electricity-research.ch>)
- MCP: **Motor Challenge Programm der Europäischen Kommission**.  
<http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int/Motorchallenge/index.htm>, 2003  
(Schweizer Kontaktstelle: <http://www.motorchallenge.ch/>)
- Radgen, P.; Blaustein, E.: **Compressed Air Systems in the European Union**. LOG\_X Verlag Stuttgart, 2001 (<http://www.isi.fhg.de/e/publikation/c-air/compressed-air.htm>)
- Radgen, P.: **The Compressed Air Campaign "Druckluft effizient": A Collaborative Action to Achieve Market Transformation in Germany**. In: Parasiliti, F.; Bertoldi, P.: Energy Efficiency in Motor Driven Systems, S. 397-402, Springer Verlag, Heidelberg u. a., 2003
- Radgen, P.: **Compressed air system analysis – results from the audits conducted under the German compressed air campaign "Druckluft effizient"**. In: Compressors and their Systems, IMechE Conference Transactions, S. 135-145, Professional Engineering Publishing, London, U.K., 2003
- Radgen, P.: **Umsetzung eines mehrsprachigen Internetgestützten Benchmarkings von Druckluftanlagen als Baustein einer Kampagne Druckluft Schweiz**. Projekt im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, BFE Projekt-Nummer 101020, Oktober 2004.