



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
**Bundesamt für Energie BFE**

# AUFBAU DES DRUCKLUFT KOMPE- TENZZENTRUMS AN DER HTA LUZERN

## PHASE 1

### Schlussbericht

Ausgearbeitet durch

**Bruno Stadelmann, HTA Luzern**

Technikumstrasse 21, 6048 Horw, [bstadelmann@hta.fhz.ch](mailto:bstadelmann@hta.fhz.ch) [www.hta.fhz.ch](http://www.hta.fhz.ch)

## **Impressum**

Datum: 31. März 2006

**Im Auftrag des Bundesamt für Energie**, Forschungsprogramm Elektrizität

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 31 322 56 11, Fax +41 31 323 25 00

[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

BFE-Projektbegleiter: R. Brüniger [roland.brueeniger@r-brueniger-ag.ch](mailto:roland.brueeniger@r-brueniger-ag.ch)

Projekt-/Vertragsnummer: 100681/151153

Bezugsort der Publikation: [www.energieforschung.ch](http://www.energieforschung.ch)

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	2
Résumé .....	2
Abstract .....	2
1. Ausgangslage .....	3
1.1 Bedeutung .....	3
1.2 Projektziele .....	3
2. Kontakte.....	3
2.1 Anwender .....	3
2.1 Druckluft- Industrie .....	3
3. Analysen .....	4
3.1 Einbindung Hersteller .....	4
3.2 Durchführung.....	4
3.3 Resultate .....	5
4. Schlussfolgerungen .....	6
5. Quellenverzeichnis .....	6

## Zusammenfassung

Die Hochschule für Technik und Architektur Luzern wurde im Jahre 2004 vom Bundesamt für Energie beauftragt, in einer ersten Phase den Aufbau eines Druckluft Kompetenzzentrums an die Hand zu nehmen. Im Rahmen dieses Projektes sollten mehrere Anlagen bei Anwendern in Bezug auf ihr Optimierungspotenzial analysiert werden. In Fachpublikationen sollte das Druckluft Kompetenzzentrum vorgestellt und die Anwender für das Problem der Ineffizienz in Druckluftanlagen sensibilisiert werden.

Bei 6 Anwendern wurden Analysen durchgeführt. Aufgrund der vorhandenen Messausrüstungen der HTA Luzern beschränkten sich diese auf die Verteilnetze für die Druckluft. Die Resultate der gemachten Analysen fielen unterschiedlich aus. Während in einer kleinen Anlage Druckluft beinahe nur zur Deckung der Verluste erzeugt wird, liegen die Verluste bei den andern Anwendern weniger hoch. Potential zur Verbesserung haben aber alle. Die Druckverluste weisen bei allen Anlagen vertretbare Grössen auf, obwohl auch hier nicht nur ideale Werte gemessen wurden.

Das Projekt hat bestimmt einen Beitrag geleistet, Anwender zu sensibilisieren und bei Druckluftanlagen Energie zu sparen. Die Kampagne Druckluft Schweiz des Bundesamtes für Energie wird diese Bemühungen fortsetzen und weiter zum effizienteren Einsatz von Energie beitragen.

## Résumé

En 2004 l'Haute École Spécialisée de Technique et d'Architecture de Lucerne a été chargée par l'Office Fédéral de l'Énergie d'établir dans une première phase un centre de compétence pour les questions relatifs à l'air comprimé. Dans le cadre de ce projet plusieurs installations chez des usagers devaient être étudiées en ce qui concerne leur potentiel d'optimisation. Le centre de compétence devait être présenté dans des publications spécialisées et les usagers sensibilisés sur les problèmes de l'inefficacité des équipements d'air comprimé.

Des études ont été entreprises chez six usagers. En vue de l'équipement disponible à la HTA Lucerne, seul les réseaux de distribution d'air comprimé ont été analysés. Ces études ont aboutis à des résultats divergents. Tandis que dans une petite installation la production d'air comprimé couvre presque seulement les pertes, celles-ci sont moins grandes chez d'autres usagers. Cependant il y a partout un potentiel d'amélioration. Les pertes de pression sont dans toutes les installations dans un ordre de grandeur acceptable, bien qu'aussi là les valeurs mesurées ne sont pas idéales.

Le travail dans le cadre du projet a certainement contribué à sensibiliser les usagers d'air comprimé aux possibilités d'économie en énergie. Les efforts de l'Office Fédéral de l'Énergie dans le domaine de l'air comprimé vont être poursuivis, afin de contribuer à un emploi plus efficace de l'énergie.

## Abstract

The Lucerne School of Engineering and Architecture was commissioned by the Swiss Federal Office of Energy in 2004 to establish (in a first phase) a Center of Competence "Compressed Air". The project was to analyze the potential for optimizing existing compressed air systems. The Center of Competence "Compressed Air" was to be promoted through publications in professional journals and users alerted to the inefficiency of compressed air systems.

Tests were performed on-site on six compressed air systems, focussing on the distribution systems for the compressed air. The analyses showed that while the compressed air generated in one small system did little more than cover the losses in its distribution system, leakages in the other systems were less serious. Nevertheless, all of the systems showed potential for improvement, though pressure losses in all systems were tolerable.

The project has raised the awareness of users of compressed air and contributed to developing energy-efficient compressed air systems. The Swiss Federal Office of Energy's campaign "Druckluft Schweiz" will continue with these efforts, further promoting the more efficient use of energy.

## **1. Ausgangslage**

### **1.1 BEDEUTUNG**

Druckluft ist ein Energieträger, der in Industrie und Gewerbe oft sehr ineffizient eingesetzt wird. Schon seit einigen Jahren wurde verschiedentlich aufgezeigt, dass zum Teil mit wenig finanziellem Aufwand Einsparungen zwischen 5 und 50% realisiert werden können [1][2]. Die Bedeutung dieser Zahlen wird unterstrichen durch die Tatsache, dass in der Schweiz rund 750 GWh (1.5% des nationalen Stromverbrauchs) für die Erzeugung von Druckluft verbraucht werden. Wenn auch die möglichen Einsparungen im unteren Teil des oben angegebenen Bereichs liegen sollten, ergibt sich immer noch eine bedeutende Grössenordnung, die Massnahmen rechtfertigt.

### **1.2 PROJEKTZIELE**

Eine Machbarkeitsstudie für ein Druckluft Kompetenzzentrum [3] zeigte die Notwendigkeit und den Weg zu einem solchen Kompetenzzentrum auf. Die HTA Luzern wurde vorgeschlagen als Plattform für folgende Dienstleistungen und Produkte:

Firmenberatung

Schulung und Weiterbildung

Feldmessungen / Erfolgskontrollen

Labeling von Komponenten

In der Folge erhielt die HTA Luzern der Auftrag, in einer ersten Phase den Aufbau des Druckluft Kompetenzzentrums (DKZ) in Angriff zu nehmen. Dabei sollte der Kontakt zur Druckluft-Industrie und zu Druckluft-Anwendern gesucht und vertieft werden. 6 Analysen von Druckluft-Anlagen sollten als Einstiegsprojekte durchgeführt werden. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse können in die weiteren durchzuführenden Projekte einfließen.

Mit Publikationen in der Fachpresse sollte Öffentlichkeitsarbeit geleistet werden, welche vor allem den Anwendern aufzeigt, wo in der Regel bei Druckluftanlagen die Schwachstellen liegen und wie dabei Energie gespart werden kann.

Im Internet Auftritt der HTA Luzern sollte das DKZ seine Dienste anbieten. Die Problematik einer effizienten Erzeugung von Druckluft sollte gezeigt werden. Links wie zum Beispiel zu verschiedenen Theorien über Druckluft sollten das Angebot komplettieren.

## **2. Kontakte**

### **2.1 ANWENDER**

Durch das DKZ wurde mit verschiedenen Anwendern Kontakt aufgenommen. Wir stiessen überall auf offene Türen, wenn wir eine Analyse der Druckluftanlagen anboten. Geebnet wurde der Weg durch die Tatsache, dass diese Analysen ausser bescheidenen Eigenleistungen der Betriebe keine direkten Kosten verursachten. Die Partner für die 6 vorgesehenen Analysen waren leicht zu finden.

### **2.1 DRUCKLUFT- INDUSTRIE**

Gleichzeitig mit der Bewerbung der Anwender von Druckluft suchten wir den Kontakt mit Herstellern von Druckluft Komponenten. Nach dem Vorbild der Kampagne Druckluft Effizient in Deutschland war unsere Idee, mit Unterstützung der Kompressorenhersteller Messungen bei Anwendern durchzuführen. Die HTA verfügt noch nicht über die geeigneten Messgeräte, um vor allem Volumenstrommessungen durchzuführen. Während den vorgesehenen Analysen sollten Erfahrungen gesammelt und Know how erarbeitet werden, um später die richtigen Geräte zu kaufen und anschliessend selbständig Messungen und Analysen durchführen zu können.

### 3. Analysen

#### 3.1 EINBINDUNG HERSTELLER

Bei den Gesprächen mit Kompressorenherstellern stellten wir allgemein eine bestimmte Zurückhaltung in Bezug auf deren Unterstützung bei Messungen fest. Es kam deutlich zum Ausdruck, dass von Seiten der Industrie in den letzten Jahren grosse Anstrengungen unternommen worden waren, Hilfestellungen zur Verbesserung der Effizienz von Druckluftanlagen anzubieten. Man anerkannte unseren Vorteil der Neutralität, wies aber deutlich auf die grosse Marktnähe der Industrie zu den Anwendern hin, welche unsere Möglichkeiten zur Akquisition von Aufträgen stark einschränke.

Da uns aber das notwendige Wissen fehlte und wir nicht einfach irgendwelche Geräte anschaffen wollten, beschränkten wir uns auf Analysen der Verteilsysteme für die Druckluft.

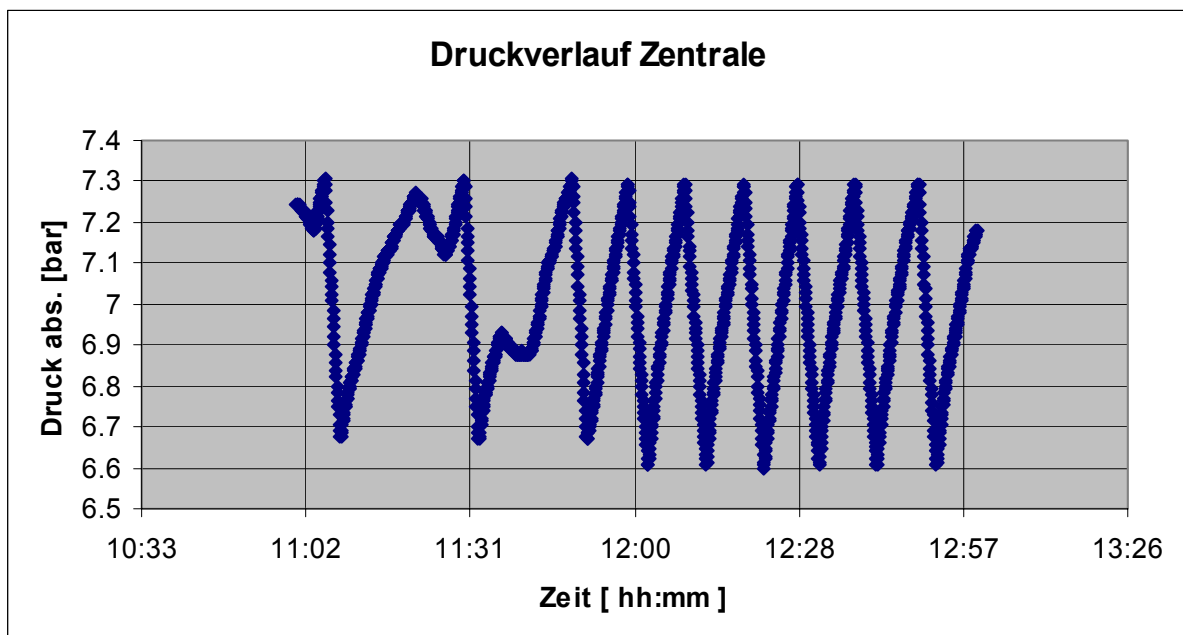
#### 3.2 DURCHFÜHRUNG

Die zwei Schwachstellen in Verteilnetzen von Druckluft sind

- Zu hohe Druckverluste in Folge zu knapper Bemessung
- Leckverluste

Auf diese zwei Punkte konzentrierten wir uns bei unseren Analysen. Bei der ersten Begehung erfassen wir trotzdem die vorhandenen Kompressoren mit möglichst vielen technischen Daten und die Aufbereitung der Druckluft.

Während einer weiteren Begehung der Anlage massen wir während mindestens einer Stunde gleichzeitig an zwei Punkten, in der Zentrale und an einem nach unserer Meinung hydraulisch schlechten Punkt, mit hochauflösenden Drucksensoren den Druck. Diese Messungen wurden mittels Datenloggern aufgezeichnet. Die Auswertung dieser Daten erlaubte uns anschliessend die Berechnung des



Druckverlustes im Leitungsnetz.

**Diagramm 1** zeigt den gemessenen Druckverlauf in der Zentrale eines Druckluftanwenders.

Mit einem Lecksuchgerät auf Ultraschallbasis kontrollierten wir das gesamte Leitungsnetz. Das verwendete Gerät erlaubt nicht eine genaue quantitative Aussage über die gefundenen Verluste, sondern lediglich eine qualitative Einordnung in eine Grössenordnung, welche wir als kleine, mittlere und grosse Verluste bezeichneten. Mit den Resultaten konnte eine Schätzung der jährlichen Verlustmengen vorgenommen werden.

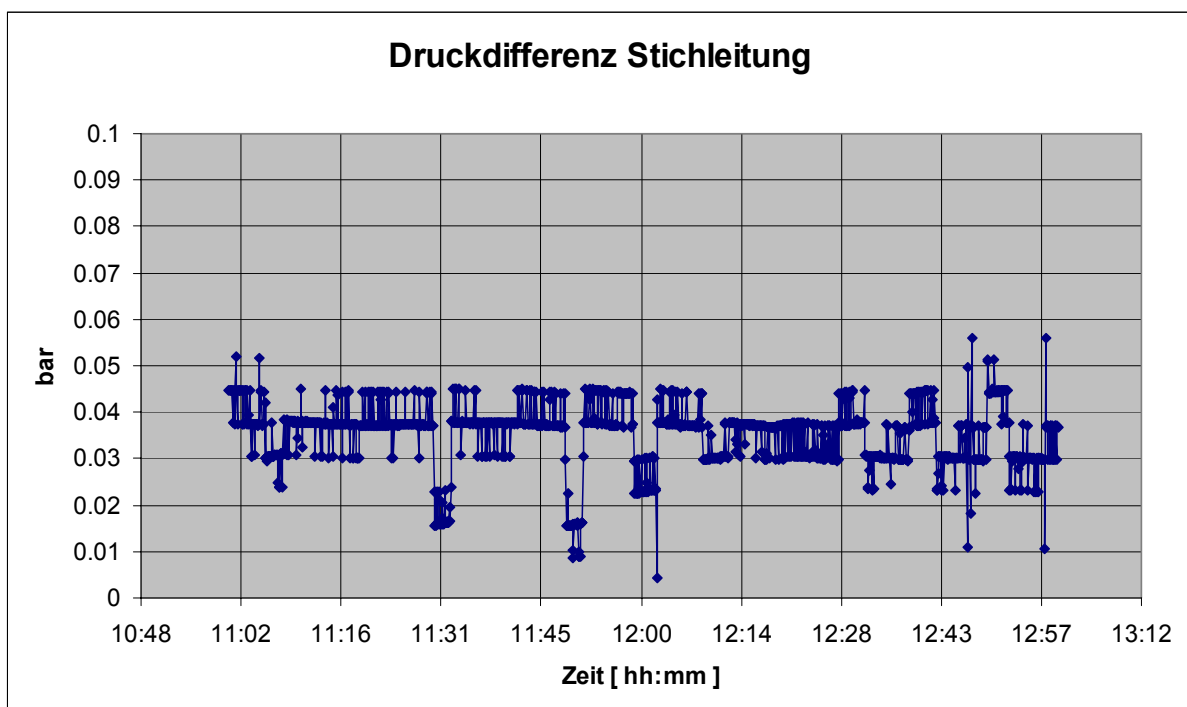
### 3.3 RESULTATE

Die erste Analyse führten wir an der HTA eigenen Druckluftanlage durch. Diese Anlage ist insofern speziell, dass sie einerseits einen extrem kleinen Verbrauch aufweist, andererseits aber relativ viele Entnahmestellen versorgt. Unter diesen Voraussetzungen war es logisch, dass wir praktisch keine Druckverluste feststellten. Demgegenüber standen aber Leckverluste, welche fast zu 100 % den Verbrauch darstellten. Aus den Aufzeichnungen des Druckes konnten wir in diesem Falle ziemlich genau die Laufzeiten des Kompressors eruieren und daraus den jährlichen Bedarf an Energie zur Deckung der Leckverluste hochrechnen.

Bei den anderen 5 Anlagen handelte es sich um 2 kleinere, 2 mittlere und eine grosse Anlage. Überraschend war für uns die Erkenntnis, dass die Anwender wenig bis keine Angaben über die benötigte Druckluft Qualität in ihrem Betrieb machen konnten. Die Tatsache, dass jeweils trotzdem einigermaßen die richtige Aufbereitung vorhanden war, war wohl eher dem Wissen und der Beratung der Lieferanten zuzuschreiben.

Obwohl wir keine eingehende Analyse der Erzeugung und Aufbereitung machten, versuchten wir, auf offensichtliche Optimierungsmöglichkeiten auch in dieser Hinsicht hinzuweisen. Hier kann erwähnt werden, dass wir in keiner der Anlagen solche offensichtliche Mängel fanden. Alle Anwender waren ausnahmslos sensibilisiert für die Problematik der Effizienz in Druckluftanlagen. Um für den Teil Erzeugung und Aufbereitung gültige Aussagen machen zu können, wären ebenfalls Messungen notwendig, welche aber aus den oben genannten Gründen nicht durchgeführt wurden.

Die Verteilnetze waren in drei der fünf Anlagen gut bemessen. Zwei Anlagen sind in einem kleinen Teilbereich zu klein bemessen, oder Leitungsringe sind nicht ganz geschlossen. Um ein eventuell vorhandenes Sparpotential bei den Druckverlusten auszunützen, wäre in einem solchen Falle eine Erneuerung der Leitungen notwendig. Hier spürten wir in Gesprächen ziemlich starke Vorbehalte von Seiten der Betreiber, da ein Druckluft Verteilnetz in der Regel Teil eines grossen Leitungssystems (für andere Medien) ist, und nur mit sehr grossem Aufwand ersetzt werden könnte. Das wiederum belegt einmal mehr, wie wichtig es ist, die Bemessung der Leitungen bei der Neuinstallation grosszügig vorzunehmen.



**Diagramm 2** zeigt den aufgrund der Messungen gerechneten Druckverlust einer guten Anlage.

Die Leckverluste hielten sich mit einer Ausnahme (HTA Luzern) in Grenzen. Wir fanden zwar wie erwartet in allen Anlagen Lecks. In Relation zum Jahresbedarf und zur Ausbreitung der Verteilnetze können 2 Anlagen als gut, 3 Anlagen als einigermaßen und 1 Anlage als schlecht bezeichnet werden. Man war sich der Bedeutung der Leckverluste bewusst. Auf der grossen Anlage war ein gleiches Lecksuchgerät, wie wir es verwendeten, vorhanden (und früher auch schon eingesetzt worden!).

## **4. Schlussfolgerungen**

In Druckluftanlagen ist nach wie vor ein grosses Potential von Einsparmöglichkeiten vorhanden. Es ist notwendig, auch in Zukunft die Anwender dafür zu sensibilisieren. Die Kampagne Druckluft Schweiz des BFE ist notwendig, wird die Sensibilisierung vorantreiben und auf das grosse Potential aufmerksam machen. Dabei wird das DKZ wohl keine aktive Rolle spielen, da an der HTA die notwendige Fachkompetenz noch nicht aufgebaut werden konnte und das Bereitstellen der personellen Ressourcen sich unerwartet schwierig erweist.

Obwohl in der vorangegangenen Machbarkeitsstudie [3] eine positive Einschätzung erfolgte, würde das DKZ von der Industrie nur bedingt unterstützt, weil man mindestens indirekt als Konkurrenz betrachtet wird.

Die Marktchancen des DKZ werden als gering eingeschätzt, weil die Anwender nur sehr selten bereit sind, für entsprechende Dienstleistungen zu bezahlen. Da aber Dienstleistungen der HTA kostendeckend angeboten und ausgeführt werden müssen, ist der Aufbau einer Infrastruktur für ein DKZ kaum zu bewerkstelligen.

Der Aufbau einer Plattform im Internet als Drehscheibe für das Druckluft Fachwissen ist im Rahmen des Auftrittes der HTA in diesem Medium nicht zu verwirklichen, da das IT-Konzept der HTA dafür nicht geeignet ist.

## **5. Quellenverzeichnis**

- [1] Gloor Rolf; Energieeinsparungen bei Druckluftanlagen in der Schweiz; 2000
- [2] Radgen P., Fraunhofer ISI, Gloor R.; Machbarkeitsstudie zur Übertragung der deutschen Energiesparkkampagne „Druckluft effizient“ in die Schweiz; 2003
- [3] Eigen Stefan, HTA Luzern; Druckluft Kompetenzzentrum, Machbarkeitsstudie; 2003