

Einsparung von elektrischer Energie in einem Sägereibetrieb Schwerpunkt Druckluft

**Referat an der Veranstaltung "Effiziente Elektroantriebe"
des SWISSMEM am Donnerstag, 20. Januar 2005**

wyrsch technologies

Ingenieurbüro
DOLDER
Energie- und Gebäudetechnik



Iso Wyrsh
Dipl. Masch. Ing. ETH
Wyrsh Technologies
6403 Küssnacht
Projektleiter Studie
Schilliger Holz AG

Informationen
über das gesamte
Optimierungsprojekt



Markus Dolder
Dipl. HLK Ing. FH
Ingenieurbüro Dolder
6004 Luzern
Co-Autor Studie
Schilliger Holz AG

Informationen
über den Teil Druckluft

Die Schilliger Holz AG

- **Allg. Info Schilliger**

- Forschungsauftrag
- Erkenntnisse
- Ergebnisse
- Schlussbilanz



Grösster Sägereibetrieb der Schweiz

Stromverbrauch ca. 6 GWh/Jahr

Die Schilliger Holz AG: Produkte ..

- **Allg. Info Schilliger**

- Forschungsauftrag
- Erkenntnisse
- Ergebnisse
- Schlussbilanz



Sägerei



Leimwerke

Platten
verleimte Träger usw.

Die Schilliger Holz AG: .. Produkte

• Allg. Info Schilliger

- Forschungsauftrag
- Erkenntnisse
- Ergebnisse
- Schlussbilanz



Holztrocknung



Forschungsauftrag des BfE: Ziele

- Allg. Info Schilliger
- **Forschungsauftrag**
- Erkenntnisse
- Ergebnisse
- Schlussbilanz



- Einsparung von *elektrischer* Energie
- Wirtschaftlich interessante Massnahmen werden realisiert.
- Die Erkenntnisse sind nützlich für ähnliche Betriebe.

Optimierungsvorschläge für Bereiche

- Allg. Info Schilliger
- **Forschungsauftrag**
- Erkenntnisse
- Ergebnisse
- Schlussbilanz

- Druckluft
- Absauganlagen
- Wärmeerzeugung / Heizungsnetz / Trockenkammern
- Bedarfsgerechtes Schalten von Verbrauchern
- Heben und Senken von Lasten
- Prozessoptimierungen / Verminderung von Reibung
- Beleuchtung
- Leistungsoptimierung / Blindstromkompensation
- Kennzahlen als Führungsinstrument
- organisatorische und betriebliche Massnahmen

Wichtigste Erkenntnisse

- Allg. Info Schilliger
- Forschungsauftrag
- **Erkenntnisse**
- Ergebnisse
- Schlussbilanz

Das grösste Sparpotential liegt bei den Infrastrukturanlagen

- Druckluft
(nachfolgender Schwerpunkt des Vortrags)
- Späne-Absauganlagen
- Trockenkammern

Ergebnisse Absauganlagen

- Allg. Info Schilliger
- Forschungsauftrag
- Erkenntnisse
- **Ergebnisse**
- Schlussbilanz



- Stromkosten für die bestehenden Absauganlagen:
ca. **75'000 Fr./a**
- ❖ Im Leimwerk 1 wird die neue Absauganlage im Vergleich zur alten **etwa 70% Energie sparen.**
- ❖ Amortisationszeit ca. 5 Jahre

Ergebnisse: Trockenkammern

- Allg. Info Schilliger
- Forschungsauftrag
- Erkenntnisse
- **Ergebnisse**
- Schlussbilanz



Die Ventilatoren der Trockenkammern werden mit **Frequenzumrichtern** aufgerüstet.

Sie laufen dann zeitweise langsamer und brauchen so durchschnittlich **24% weniger Elektroenergie**.

Amortisationszeit: < 1,5 Jahre.

Ergebnisse: Bedarfsgerechtes Schalten

- Allg. Info Schilliger
- Forschungsauftrag
- Erkenntnisse
- **Ergebnisse**
- Schlussbilanz



Beispiel:
Keilzinkenanlage

Bei einer der Keilzinkenanlagen laufen **zwei 50 kW-Motoren** durchschnittlich **90% der Zeit im Leerlauf**.

- Organisatorische Massnahme: Maschinen und Anlagen intensiv nutzen und nachher wieder abstellen.
- Die Anlagenhersteller sind aufgefordert, An- und Abstellen von Motoren zu automatisieren.

Ergebnisse: Schlussbilanz

- Allg. Info Schilliger
- Forschungsauftrag
- Erkenntnisse
- Ergebnisse
- **Schlussbilanz**

Mit den **beschlossenen Massnahmen** ergeben sich jährlich Einsparungen von etwa

- **120'000 Fr.** Stromkosten
- **1 GWh** elektrische Energie
- **17%** des gesamten Stromverbrauchs des Betriebs.

Die mittlere Amortisationszeit dieser Massnahmen beträgt **ca. 3 Jahre**.

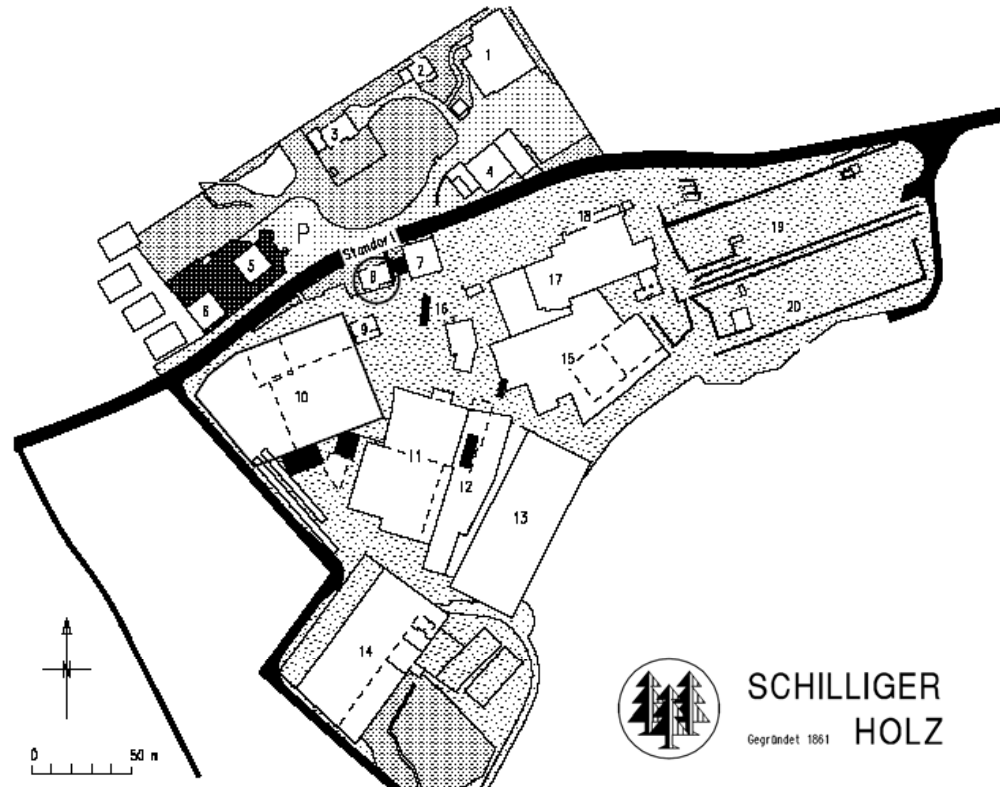
Gliederung Teil Druckluft

- Wie wurde der Betrieb angetroffen?
- Wie sind wir vorgegangen?
- Welche Erkenntnisse ergaben sich?
- Was wurde vorgeschlagen? Welche Einsparungen werden erzielt?
- Hinweise und Tipps

Wie wurde der Betrieb angetroffen?

- **Betrieb angetroffen**
- Vorgehen
- Erkenntnisse
- Massnahmen
- Hinweise und Tipps

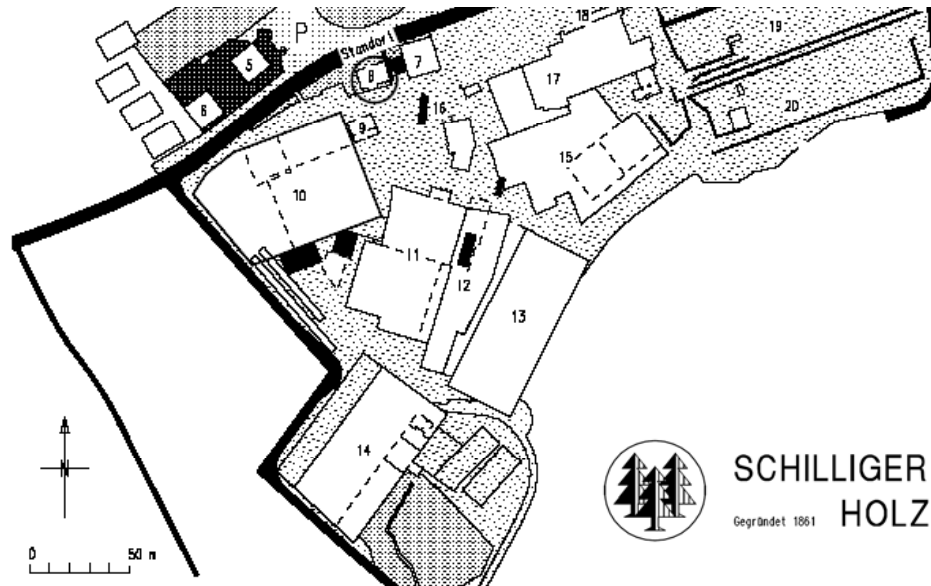
- **Weit verzweigtes Leitungsnetz (Zentrale bis letzter Verbraucher ca. 350-400m)**



Netze zusammengeschlossen

- **Betrieb angetroffen**
- Vorgehen
- Erkenntnisse
- Massnahmen
- Hinweise und Tipps

- Alte, stillgelegte Druckluftherzeugung, bestehendes Netz provisorisch mit Schlauch angeschlossen



- Bereiche mit Schichtbetrieb

Drucklufterzeugung

- **Betrieb angetroffen**

- Vorgehen
- Erkenntnisse
- Massnahmen
- Hinweise und Tipps

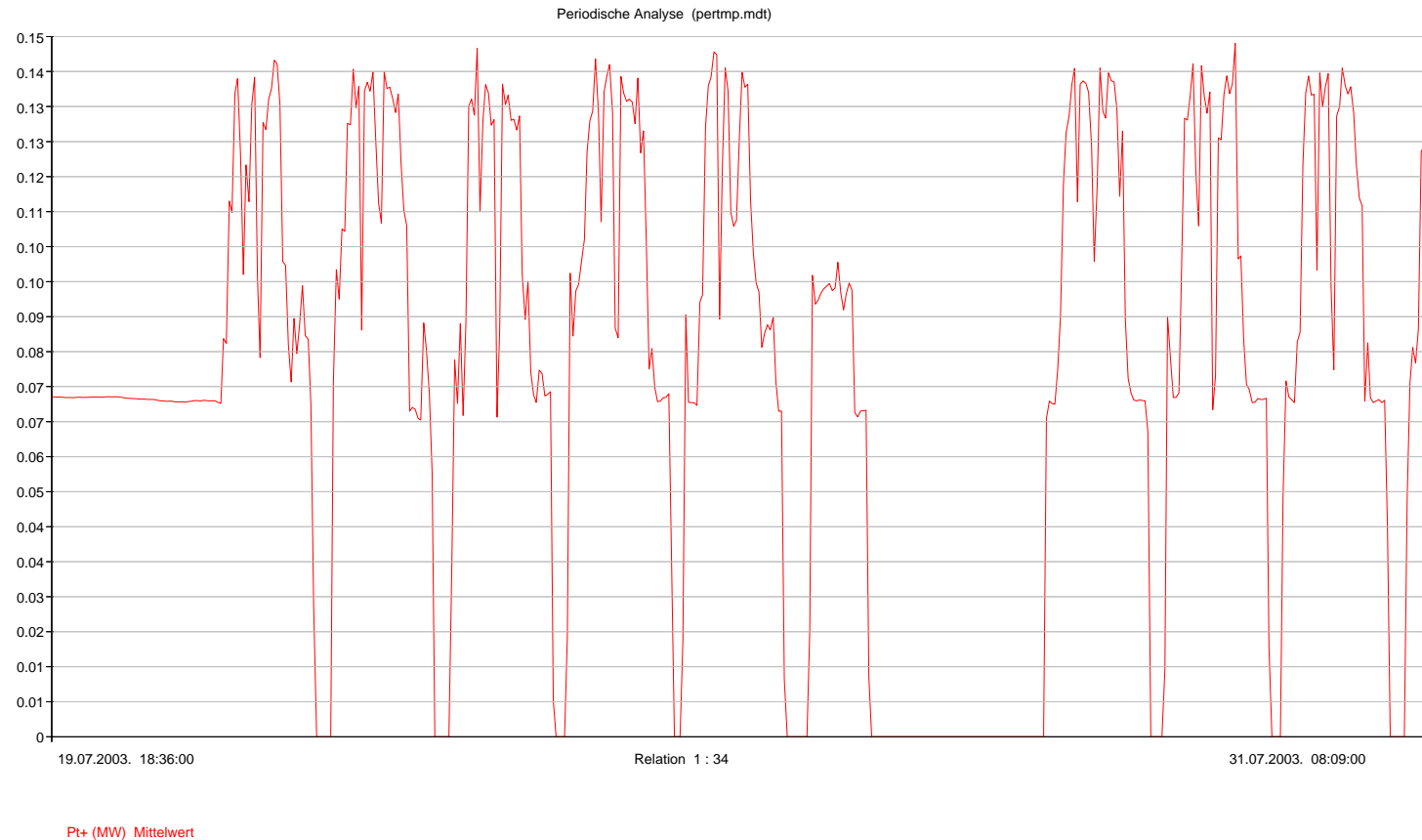
- Drucklufterzeugung mit drei gleichen Schraubenkompressoren (3 x 75 kW), luftgekühlt (Erzeugung an Grenze)
- Drucklufttrocknungssysteme (Adsorptions- und Kältetrockner)



Was wurde konkret gemessen?

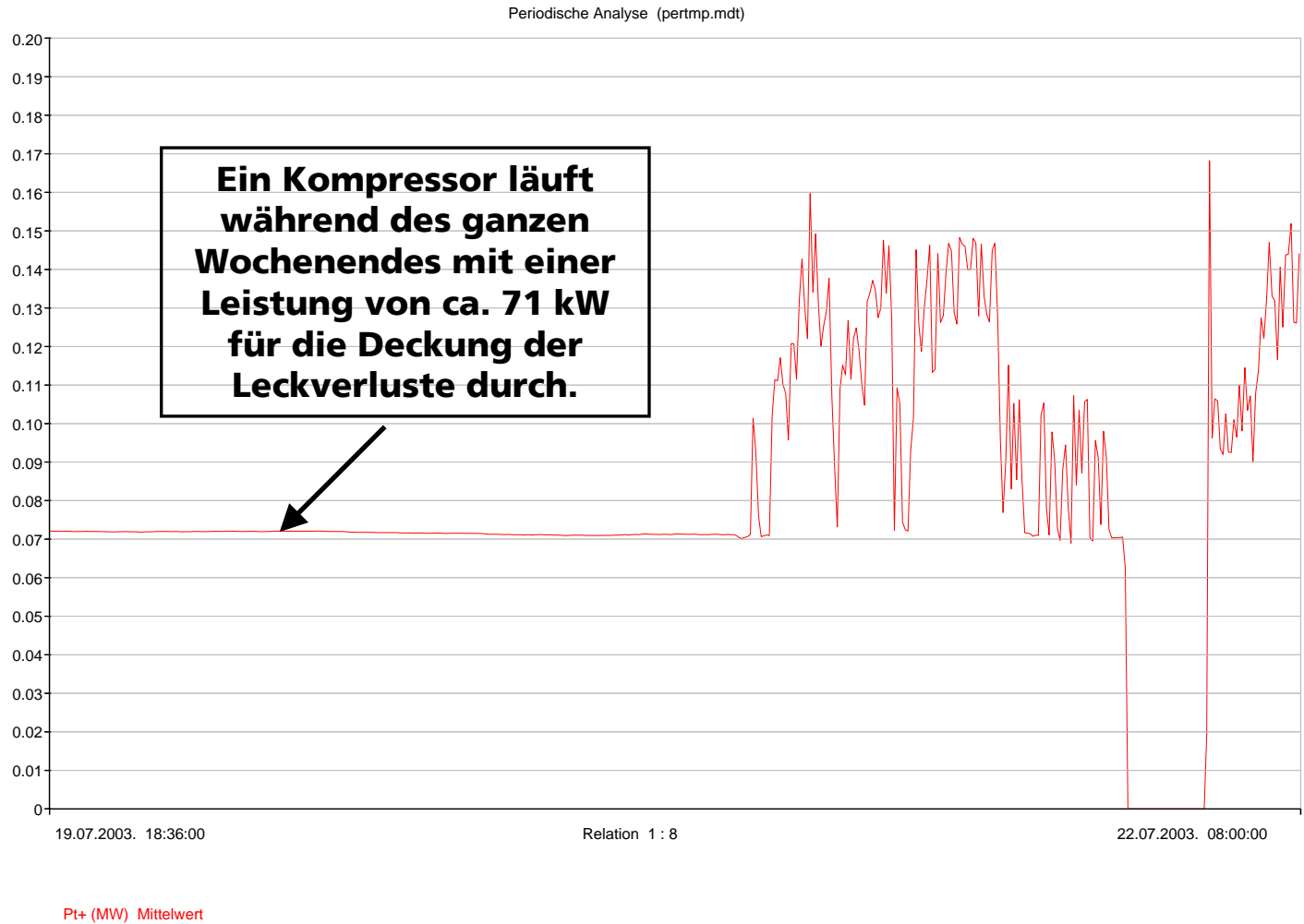
- Betrieb angetroffen
- **Vorgehen**
- Erkenntnisse
- Massnahmen
- Hinweise und Tipps

• Elektrische Wirkleistungsmessungen an den Kompressoren (ganze Zentrale).



Leistungsmessungen Wochenende

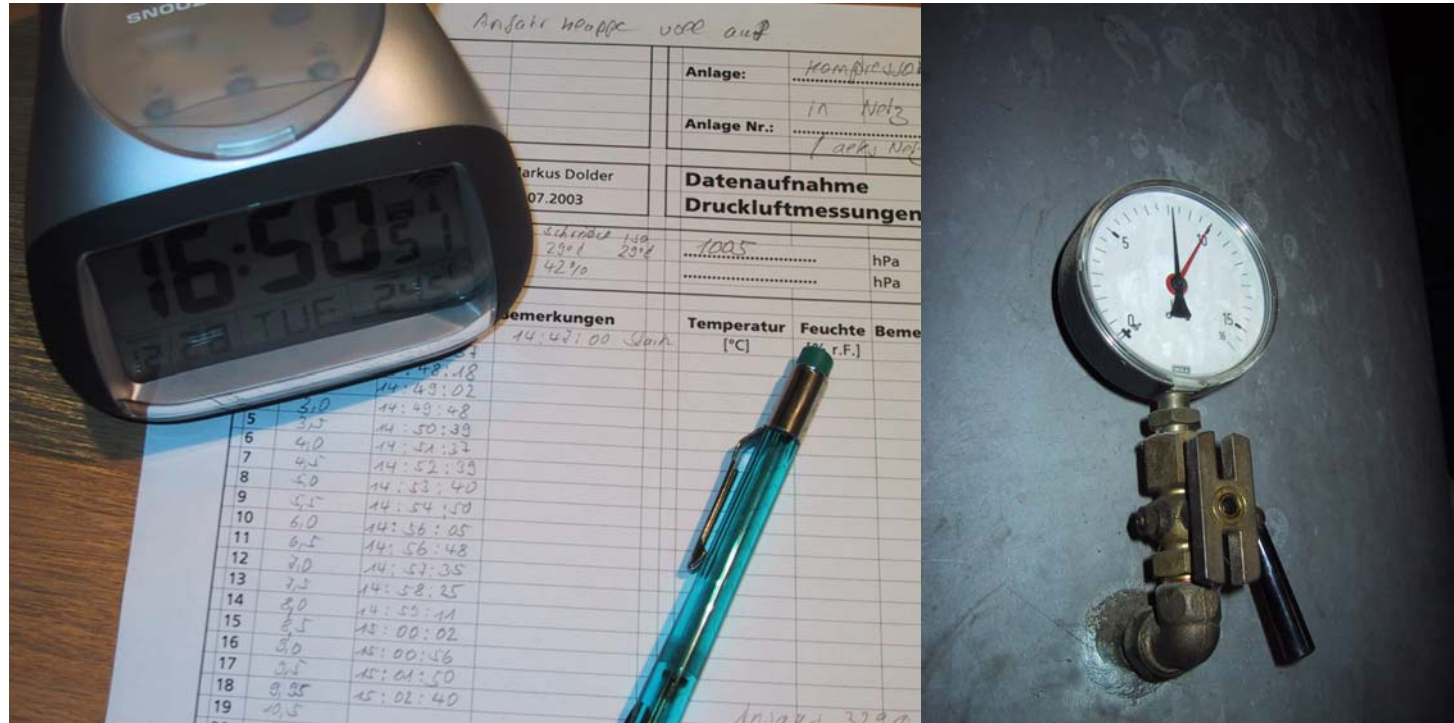
- Betrieb angetroffen
- **Vorgehen**
- Erkenntnisse
- Massnahmen
- Hinweise und Tipps



Was wurde weiter gemessen?

- Betrieb angetroffen
- **Vorgehen**
- Erkenntnisse
- Massnahmen
- Hinweise und Tipps

- Druckmessungen am Druckbehälter (Druckverlauf während Zeit, Laden, Entladen des Druckbehälters)



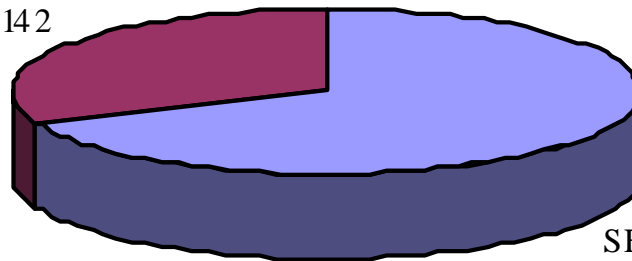
Welche Erkenntnisse ergaben sich?

- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- **Erkenntnisse**
- Massnahmen
- Hinweise und Tipps

- Leckverluste ca. 69%, ca. 55'000 Fr. nur Elektroenergiekosten

Leckverluste bei 8.3 bar vor Massnahmen

SFr. 25'142



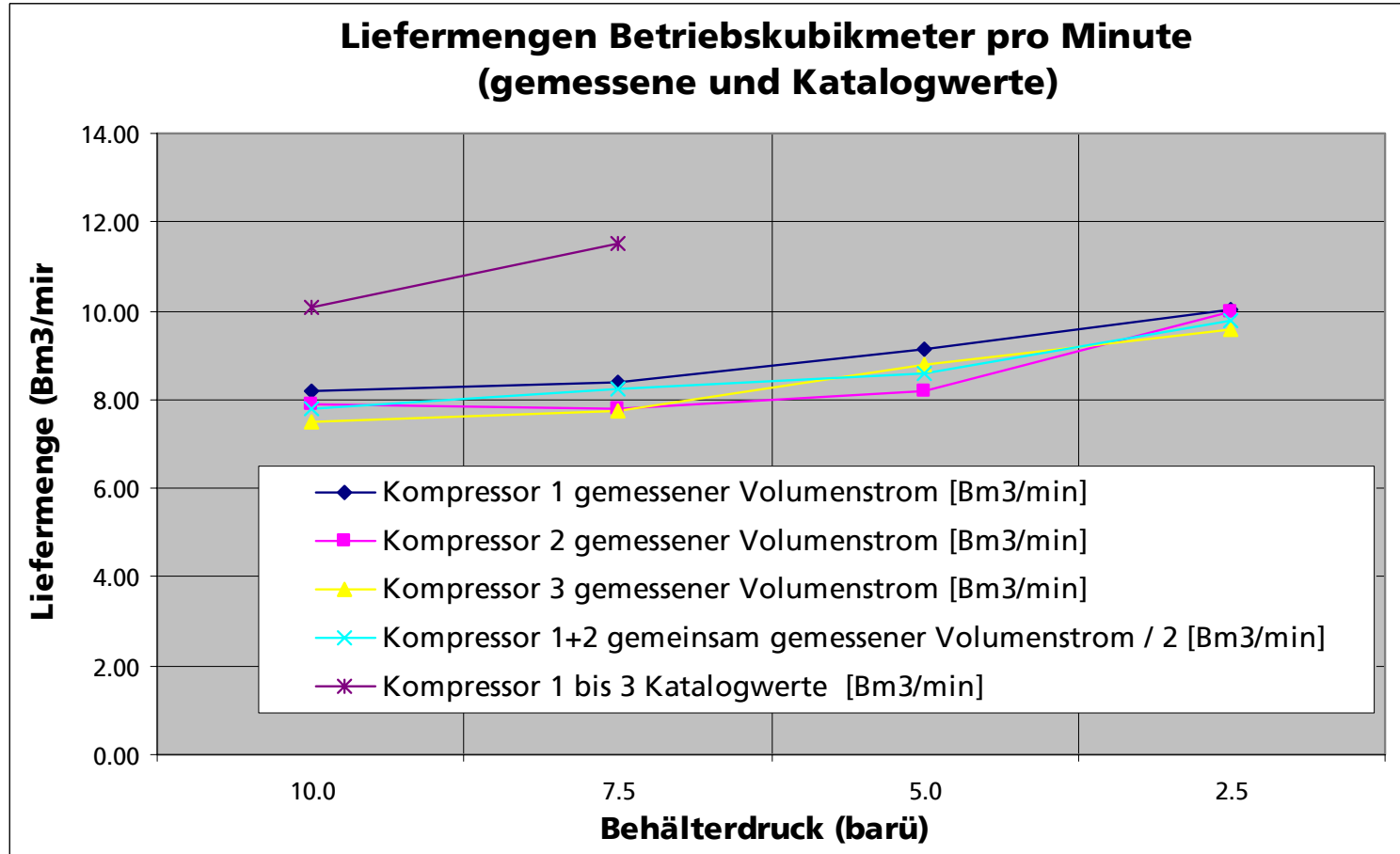
SFr. 55'339

■ Leckverluste ■ Verbrauch für Produktion

Abweichungen gegenüber Katalog

- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- **Erkenntnisse**
- Massnahmen
- Hinweise und Tipps

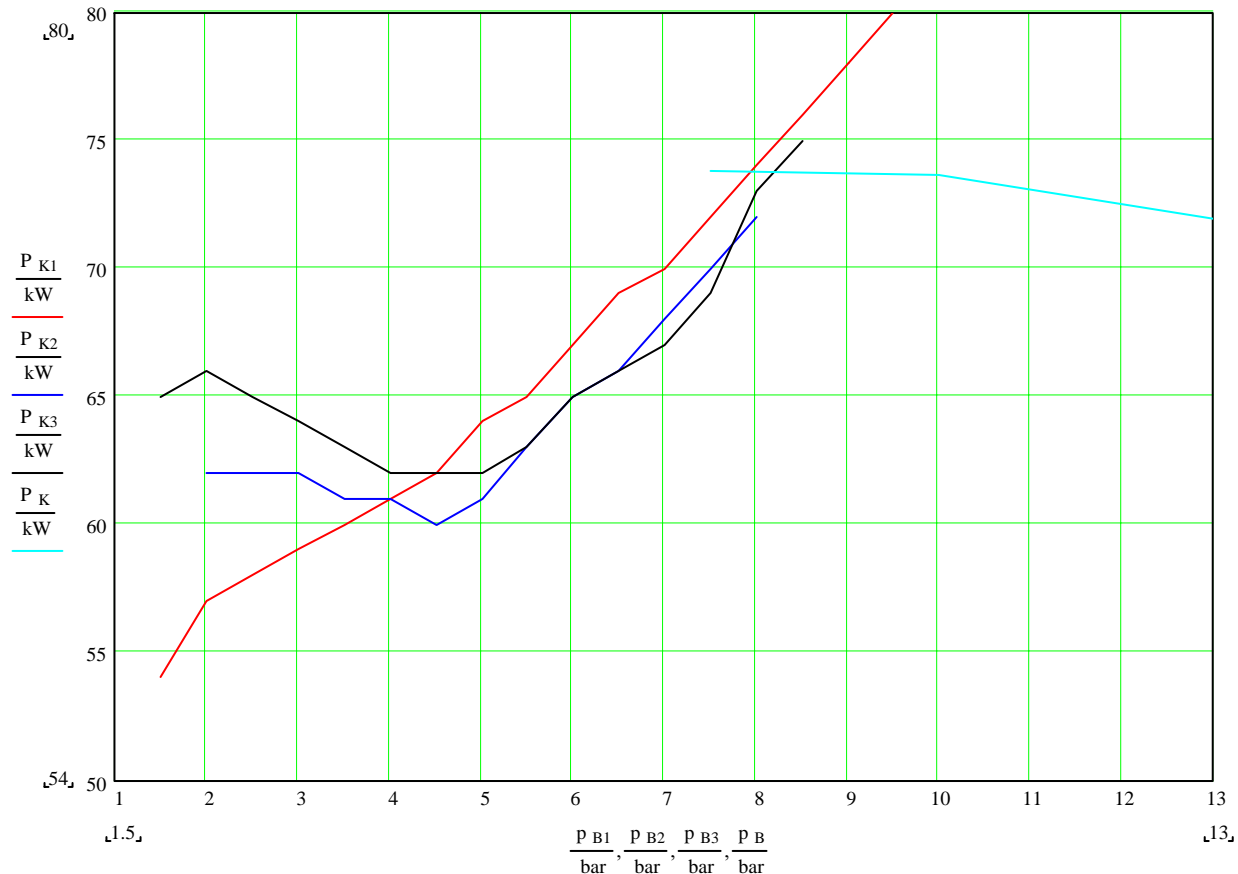
• Abweichungen Liefermengen



Abweichungen gegenüber Katalog

- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- **Erkenntnisse**
- Massnahmen
- Hinweise und Tipps

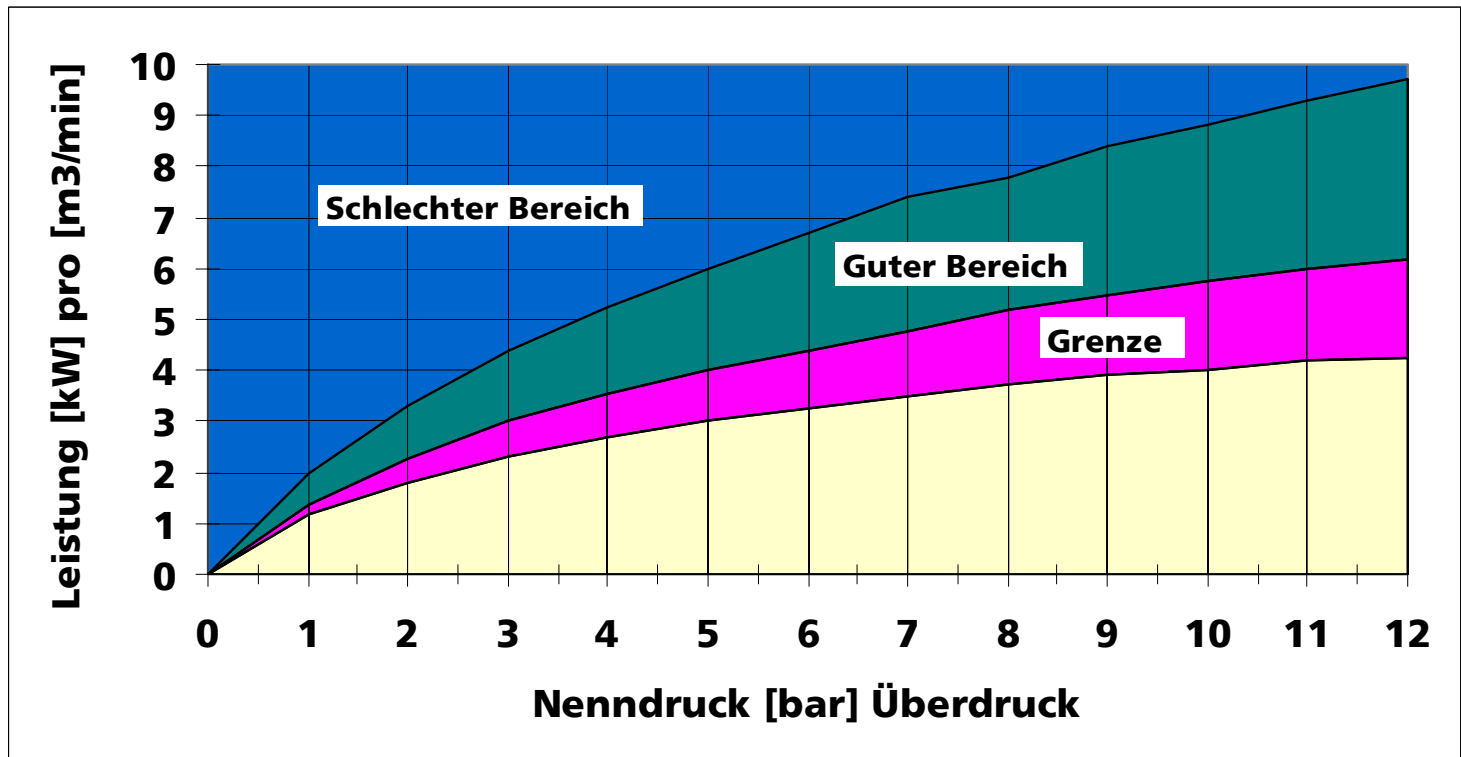
- elektrische Wirk-Leistung in Abhängigkeit des Druckes (Werte hinterfragen)



Wirkungsgrad Einteilung

● Spezifische Leistung

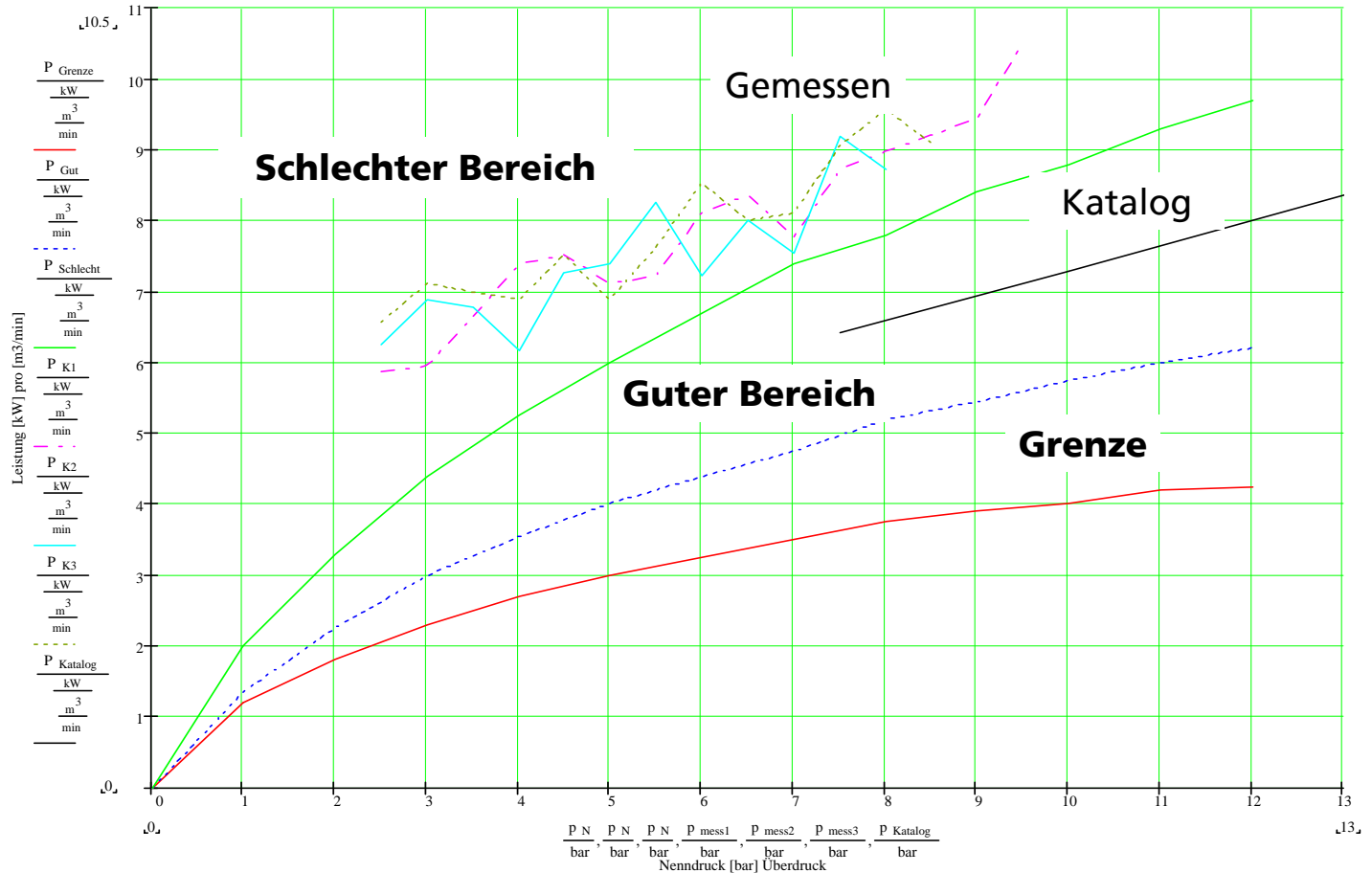
- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- **Erkenntnisse**
- Massnahmen
- Hinweise und Tipps



Quelle: Energieeinsparungen bei Druckluftanlagen in der Schweiz

Wirkungsgrad Vergleich

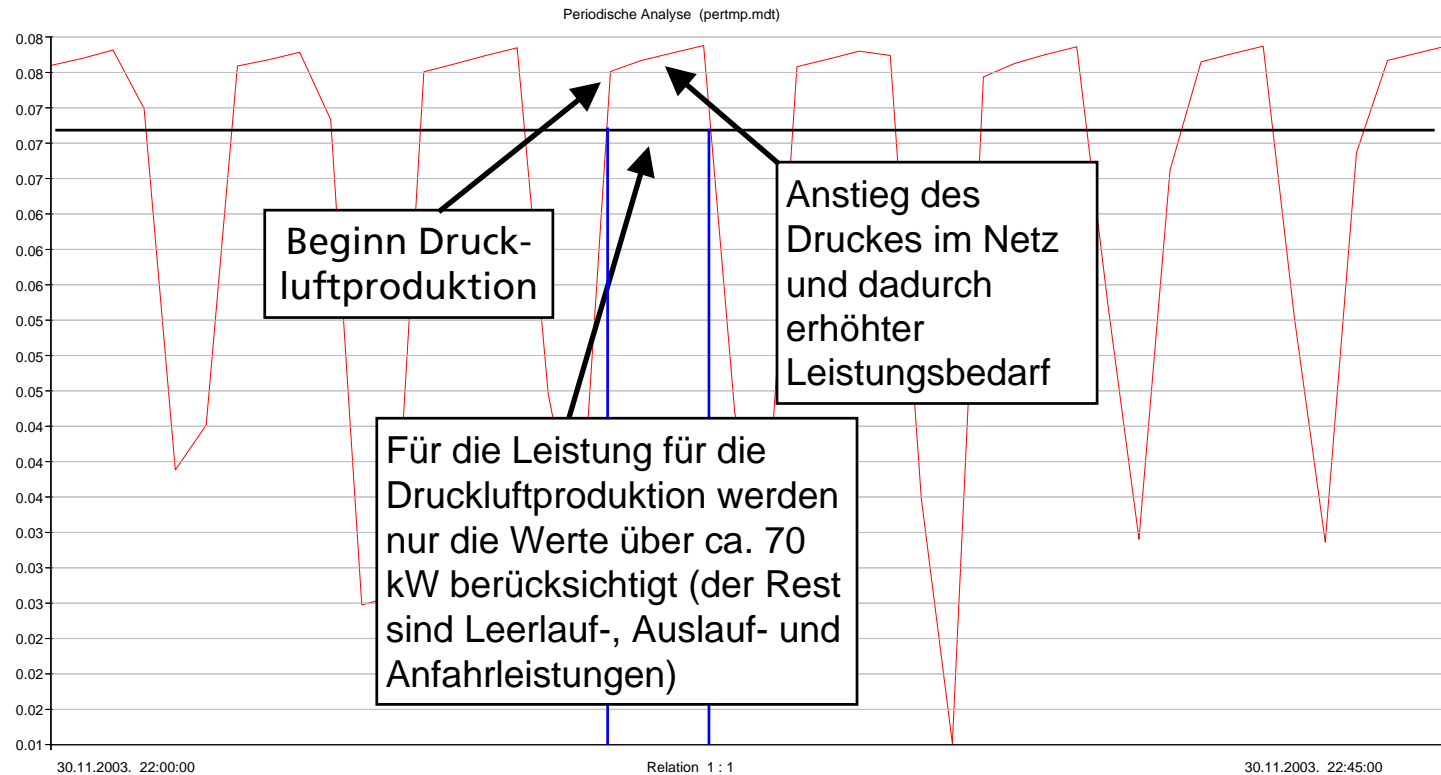
● Im schlechten Bereich (inkl. Lüfter)



Leistungsmessung

- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- **Erkenntnisse**
- Massnahmen
- Hinweise und Tipps

• Leerlauf-, Anfahr- und Auslaufverluste 40-50%



Pt+ (MW) Mittelwert

Mittelwert der Leistung mit Anlauf-, Leerlauf- und Auslaufleistung.

Zusammenfassung Erkenntnisse

- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- **Erkenntnisse**
- Massnahmen
- Hinweise und Tipps

- Extrem hohe Leckverluste (ca. 65%).
- Abweichungen der Werte gegenüber den Katalogdaten bei Liefermenge, aufgenommener Wirkleistung und spezifischer Leistung ("Wirkungsgrad").
- Leerlauf-, Anfahr- und Auslaufverluste 40-50%

Vorgeschlagene Massnahmen

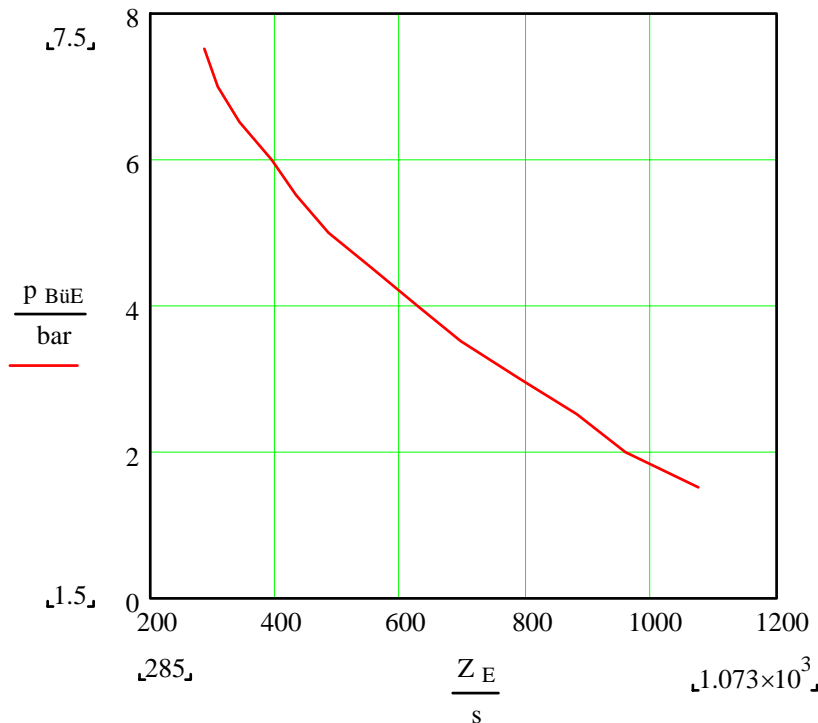
- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- Erkenntnisse
- **Massnahmen**
- Hinweise und Tipps

- Druckabsenkung ("Sofortmassnahme")
- Absenkung des Betriebsdruckes um 1 bar ergibt gemäss Literatur Einsparungen von ca. 7%.
- Bei einer Reduktion des Druckes von ca. 8.3 barü auf ca. 7.5 barü kann auf Grund der Messungen und Abschätzungen von einer Leistungsdifferenz von ca. 4.2% ausgegangen werden.
- Zudem

Betriebsdruck-Leckverluste

- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- Erkenntnisse
- **Massnahmen**
- Hinweise und Tipps

- Ein niedriger Betriebsdruck reduziert die Leckverluste



Entladekurve (Behälter)

- Gesamthhaft ca. 18% weniger Elektroenergiebedarf (durch geringeren Leistungsbedarf und geringere Leckverluste)

Einsparungen Drucksenkung

- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- Erkenntnisse
- **Massnahmen**
- Hinweise und Tipps



- Differenz 8.3 / 7.5 bar SFr. 12'425 (nur Elektroenergiekosten, keine Instandhaltungskosten)

Massnahme Leckverluste minimieren

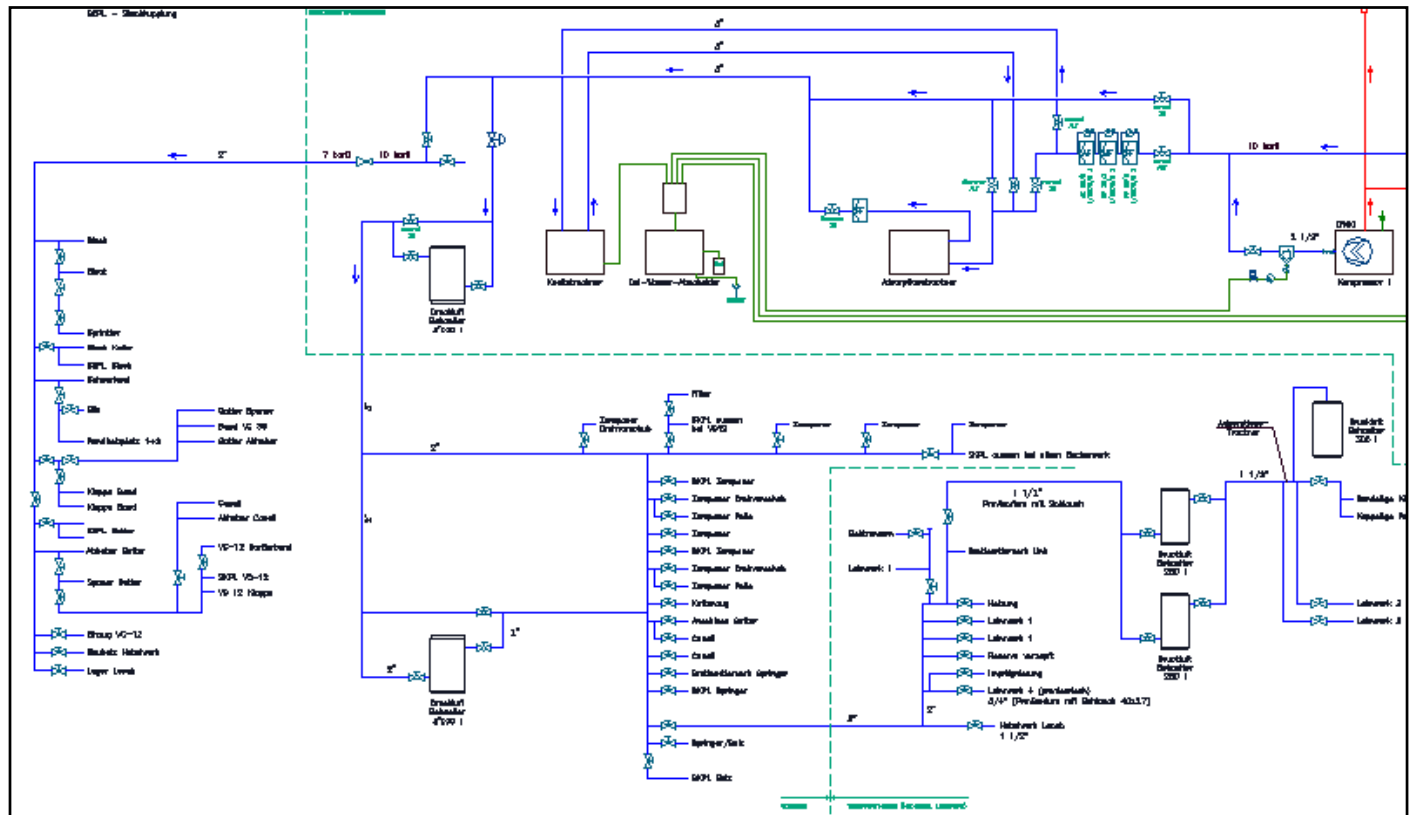
- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- Erkenntnisse
- **Massnahmen**
- Hinweise und Tipps

- Leckverluste bei 7.5bar verursachen Elektroenergiebedarf von Fr. 43'929.-
- Können die Verluste um 2/3 reduziert werden, ergeben sich Einsparungen von Fr. 29'286.-
- Dies sind immer noch ca. 35% Leckverluste ("normal" sind 5-15%)
- Im Teil Sägerei wurden Leckagen behoben (Nachmessungen: Einsparungen Fr. 16'250.-)
- Auf eine Erweiterung der Druckluftproduktion konnte vorerst verzichtet werden (Energiesparen reduziert Investitionskosten).

Weitere vorgeschlagene Massnahmen

- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- Erkenntnisse
- **Massnahmen**
- Hinweise und Tipps

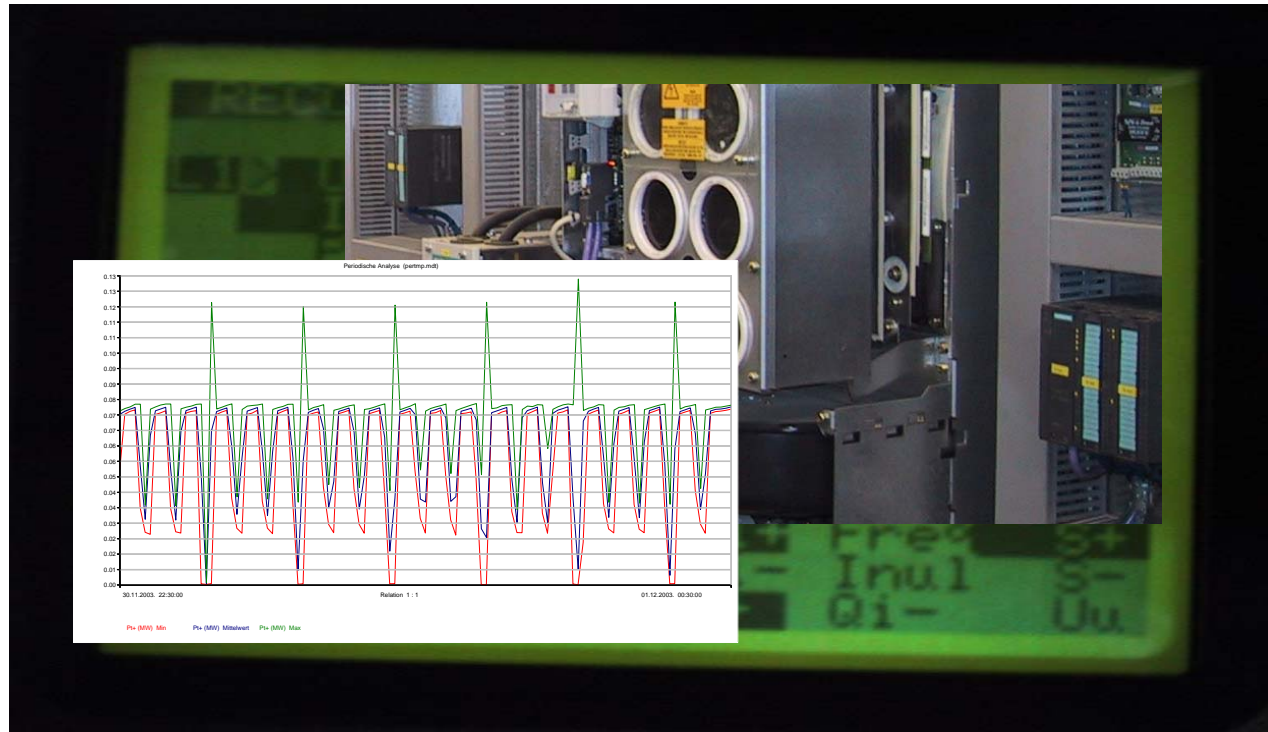
• Produktionsbereiche mit automatischen Absperrklappen ausgerüstet (Schichtarbeit)



Weitere vorgeschlagene Massnahmen

- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- Erkenntnisse
- **Massnahmen**
- Hinweise und Tipps

- Kompressoren mit FU-Regulierung und Kompressorleitsystem ausrüsten, oder ev. zusätzlicher kleiner Kompressor.



Weitere vorgeschlagene Massnahmen

- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- Erkenntnisse
- **Massnahmen**
- Hinweise und Tipps

- **Energiecontrolling (fix installierter Elektrozähler für Druckluftzentrale)**



Weitere vorgeschlagene Massnahmen

- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- Erkenntnisse
- **Massnahmen**
- Hinweise und Tipps

- Mitarbeitersensibilisierung (wie wertvoll [teuer] Druckluft ist und Sensibilisierung für Leckbehebung)
- Optimierung Druckverluste (z.B. Leitung)
- Weiter Massnahmen (Belüftung / Wärmeabfuhr Kompressorenraum, Wärmerückgewinnung, Absaugungen anstelle von Abblasen)
- Gesamteinsparungen Druckluft-Massnahmen: ca. Fr. 60'000.-

Hinweise und Tipps

- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- Erkenntnisse
- Massnahmen
- **Hinweise und Tipps**

- Checklisten und Beispiele erstellt (pdf)
- Präsentation auch als pdf auf unseren Webseiten verfügbar
- Forschungsbericht des ganzen Projektes auf:
www.electricity-research.ch
oder
www.wyrstech.ch
oder
www.dolder-ing.ch

Zusammenfassung

- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- Erkenntnisse
- Massnahmen
- **Hinweise und Tipps**

- Leckverluste werden häufig unterschätzt, mit einfachen Messungen können sie quantifiziert werden.
- Druck nur so hoch wie nötig.
Druckverluste vermeiden.
- Kompressorgrösse, Regulierung und Steuerung so, dass Leerlauf-, Anfahr- und Auslaufverluste minimiert werden können.

Dank

- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- Erkenntnisse
- Massnahmen
- **Hinweise und Tipps**

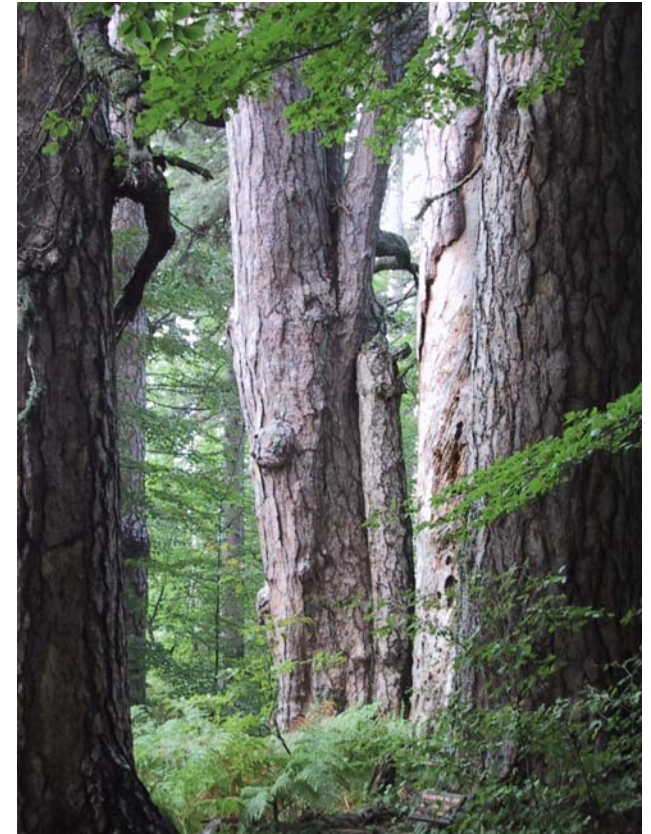
- **Danke Ihnen für die Aufmerksamkeit!**
- **Bei Fragen kontaktieren Sie uns!**
- **Für Ihre Optimierungsprojekte viel Erfolg und**

... und einen grossen Nutzen!

- Betrieb angetroffen
- Vorgehen
- Erkenntnisse
- Massnahmen
- **Hinweise und Tipps**



ökonomischer
Nutzen



ökologischer
Nutzen