

Tageslichtnutzung und energiesparende Lichttechnologien



D.I. Peter Sattler
sattler energie consulting GmbH
Linz, 28.2.07

sattler energie consulting GmbH · marktplatz 4 · A-4810 gmunden · tel: +43 7612 73799 · fax: +43 7612 73799 50
Internet: www.energie-consulting.at · e-mail: office@energie-consulting.at

Inhaltsverzeichnis

- Vorstellung
 - Peter Sattler
 - sattler energie consulting GmbH
- Energie –Effizienz
 - „Der Trick mit dem Stöpsel“
 - Allgemeine Definitionen
 - Grundlegende Überlegungen zur effizienten Beleuchtung
- Tageslichtnutzung
- Reduktion der Leistung der Beleuchtung
- Reduktion der Laufzeit der Beleuchtung
- Kostenseite
- Zusammenfassung/Konsequenz



Peter Sattler

- Seit 1991 vom Thema Energieeffizienz begeistert
- 4 Jahre Forschungstätigkeit an der TU Graz
- Seit 1995 selbständig als Energie-Consultler
- *Umsetzung der* Forschungsergebnisse und Ideen in der betrieblichen Praxis
- viele erfolgreich umgesetzte Maßnahmen und zufriedene Kunden mit reduzierten Energiekosten
- Hauptaugenmerk auf Entwicklung neuer kunden- bzw. ergebnisorientierter Dienstleistungen

Energieeffizienz mit Herz und Hirn!



sattler energie consulting GmbH

- **gegründet 1995 als 1-Mann Unternehmen**
- **heute ein Team von 10 Mitarbeitern, die sich mit den einzelnen Aspekten von Energie beschäftigen**
- **wir sind ein produktunabhängiger Dienstleister**
- **wir bauen eine vertrauensvolle Zusammenarbeit mit unseren Kunden auf und begleiten Sie auf Dauer zum Thema wirtschaftlicher Energieeinsatz**
- **wir bieten praxisgerechte Gesamtlösungen in allen Energiefragen wobei technische und menschliche Aspekte beachtet werden**
- **wir begleiten unsere Kunden von der Aufgabenstellung (Ist-Zustand) bis zur nachweislichen Lösung (Soll-Zustand).**



sattler energie consulting GmbH

- unsere hochspezialisierte technische Ausrüstung garantiert unseren Kunden größtmögliche Kosteneinsparung bei maximaler Produktivität.
- wir kooperieren österreichweit mit faktisch allen offiziellen Stellen, die sich mit Energieeffizienz beschäftigen:
 - Regionalprogramme und Landesenergievereine
 - WKÖ, und deren Landesorganisationen
 - Austrian Energyagency
 - Umweltministerium

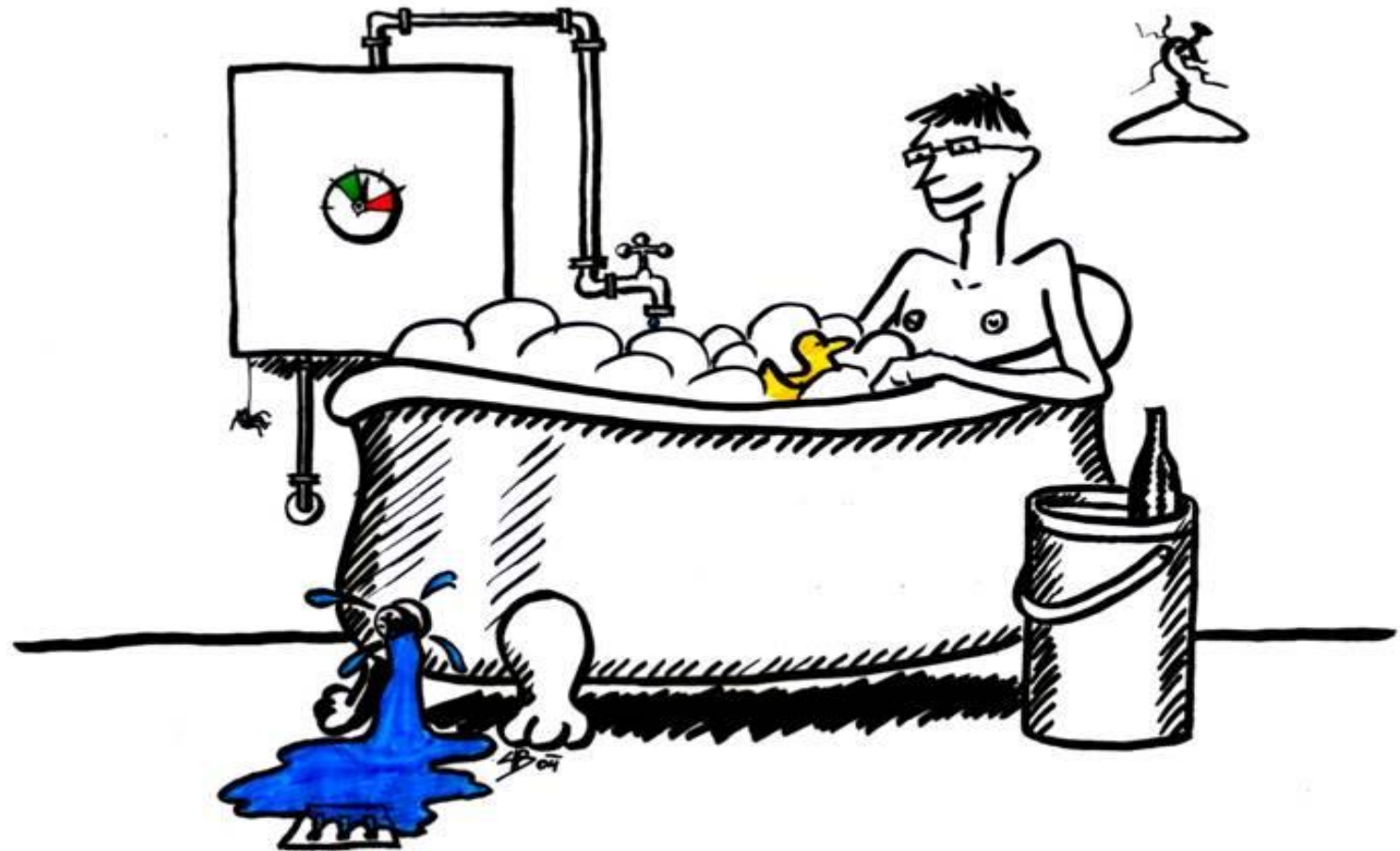


„Stellen Sie sich vor, Sie sitzen in der Badewanne,



... aus der ständig das warme Wasser ausrinnt,

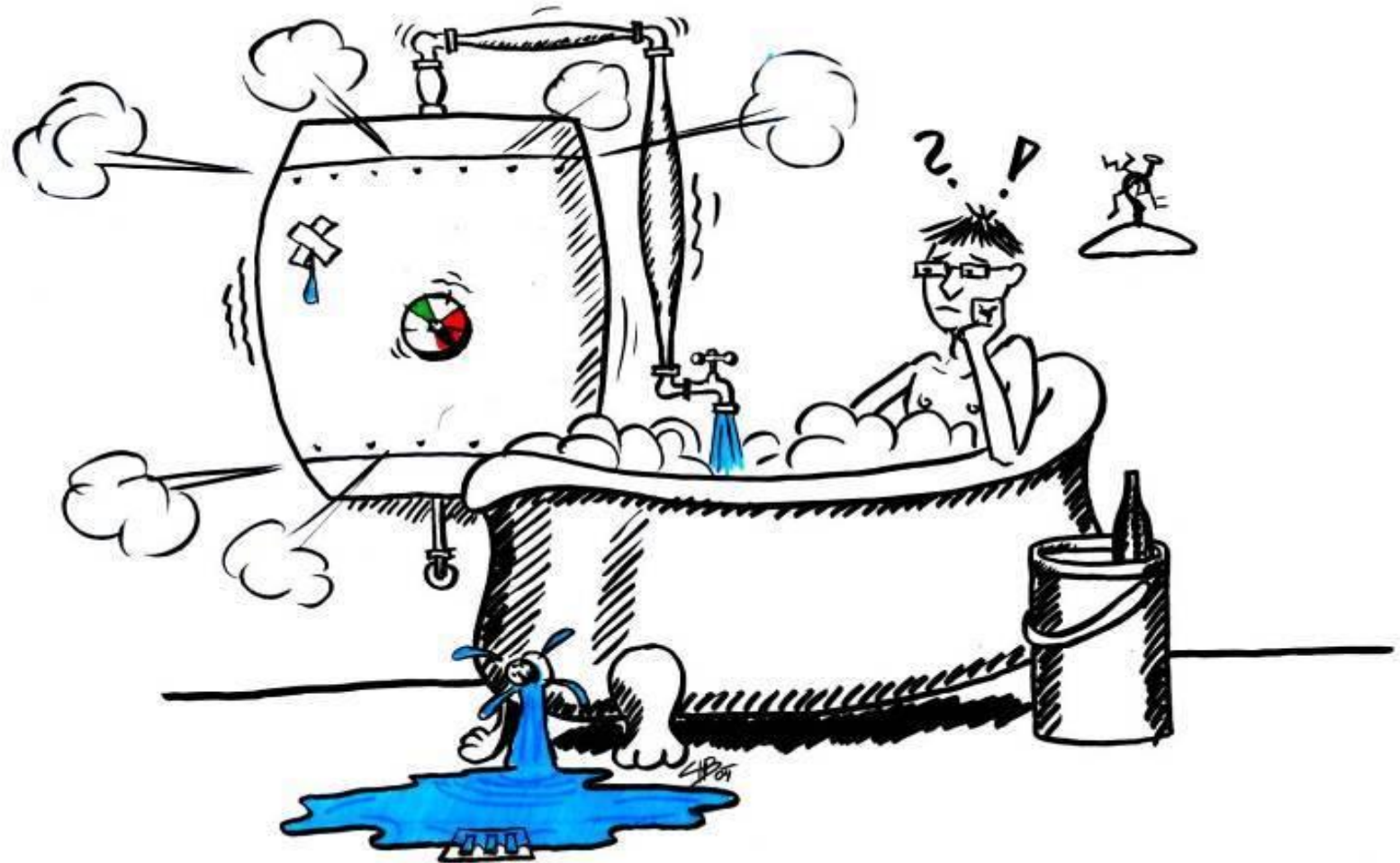
....



... was brauchen Sie dann wohl dringender?



... einen größeren Boiler?



... oder einen dichteren Stöpsel?



Lassen Sie uns gemeinsam den Stöpsel für Ihre Energiesituation finden



Ziel/Wirkung des Energieeinsatzes

Ziel des Energieeinsatzes ist es, dafür etwas zu erhalten, z.B.:

- Beheizter Raum, gebackenes Schnitzel
- Angetriebene Produktionsmaschine
- Hell erleuchteter Arbeitsplatz
- Gekühltes Volumen, gekühltes Bier
- usw.

➔ **Energiedienstleistung**

Effizienz

Effizientes Verhalten führt zur Erzielung einer Wirkung und hält den Aufwand dafür möglichst gering.

(Wikipedia.org)

Einsparpotentiale

- Optimierte Anwendung
- Optimierte Betriebszeiten
- Vermeidung von Verlusten
- Differenz zwischen Bestand und Stand der Technik
- Einsatz alternativer Technologien
- Auslegung und Arbeitspunkt
- Service, Wartung und Instandhaltung

Und beim Licht ?

Effiziente Beleuchtung

- Nutzung von Tageslicht
- Automatisierte Regelung/Schaltung
- Reinigung (Fenster, Leuchtmittel,...)
- Zonierung (Lager, Produktion)
- Schaltmöglichkeiten für Bereiche (Schichtbetrieb)
- Abschattung (z.B. Absaugung)
- Reflektoren
- Technologien (Leuchtmittel, VG)
- Bewegungs- und Präsenzmelder
- Betriebszeiten (Pausen)

Aber wozu ?

**„Geh bitte, das bisserl Licht,
das macht eh fast nichts aus!“**

Haushalt:

„Der Anteil des Haushalts-Stromverbrauches für die Beleuchtung ist mit ca. 1% relativ gering....“ (Salzburg AG)

„ca. 5-10% des gesamten Stromverbrauchs in Haushalten entfällt auf Beleuchtung“ (KELAG)

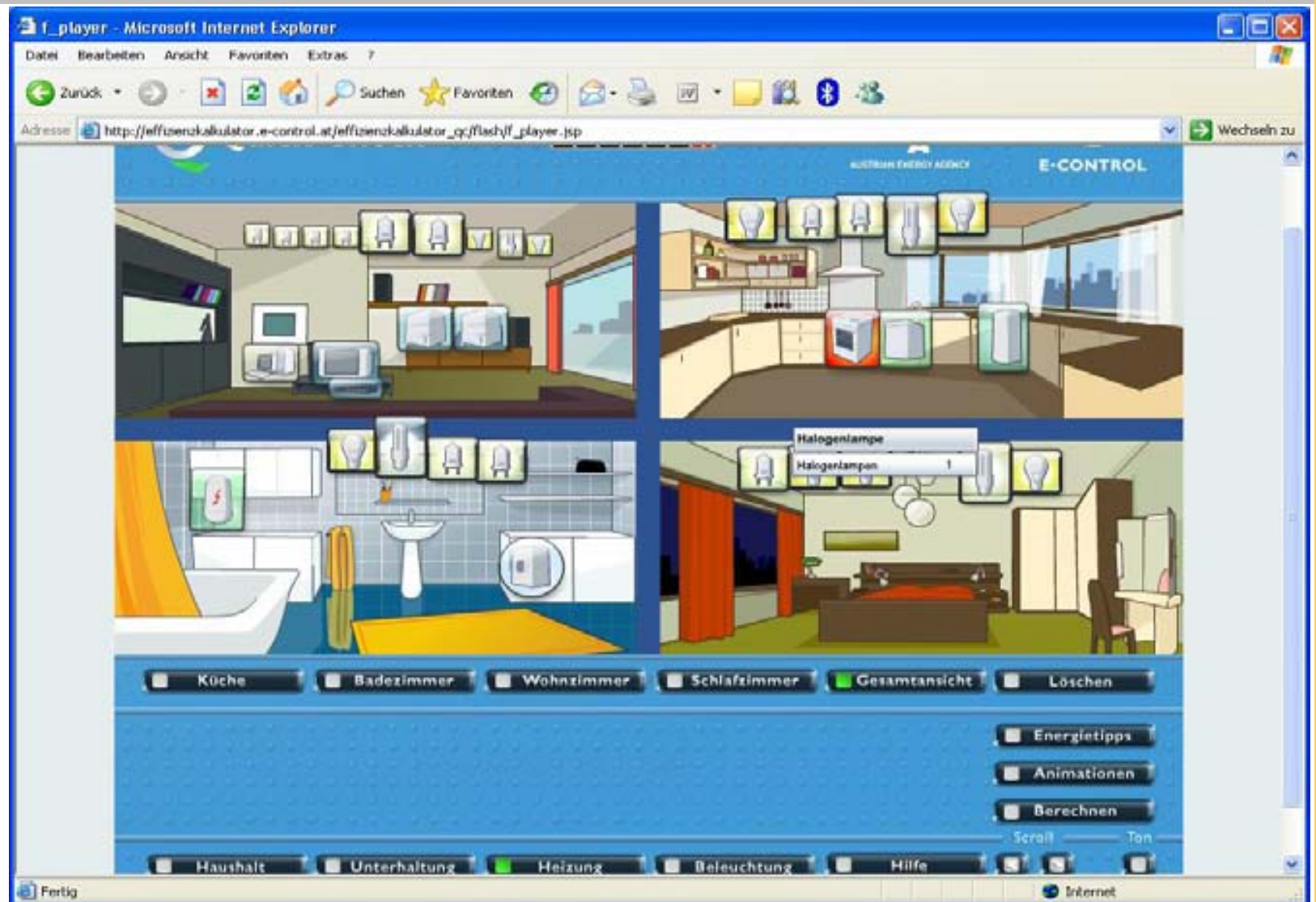
Dienstleistung/Bürogebäude:

„Die Beleuchtung kann bis 35-45% des Stromverbrauchs ausmachen!“ (Branchenkonzept)

Produzierendes Gewerbe/Industrie:

„das sind gerade 2-3, maximal 5%!“

Kalkulation E-Verbrauch im HH



Kalkulation E-Verbrauch im HH

- 4-Personen Haushalt
- Ø-Stromverbrauch bei effizienter Nutzung: 3.333 kWh
- derzeit: ~ 4.500 kWh, **davon 15% für Beleuchtung**

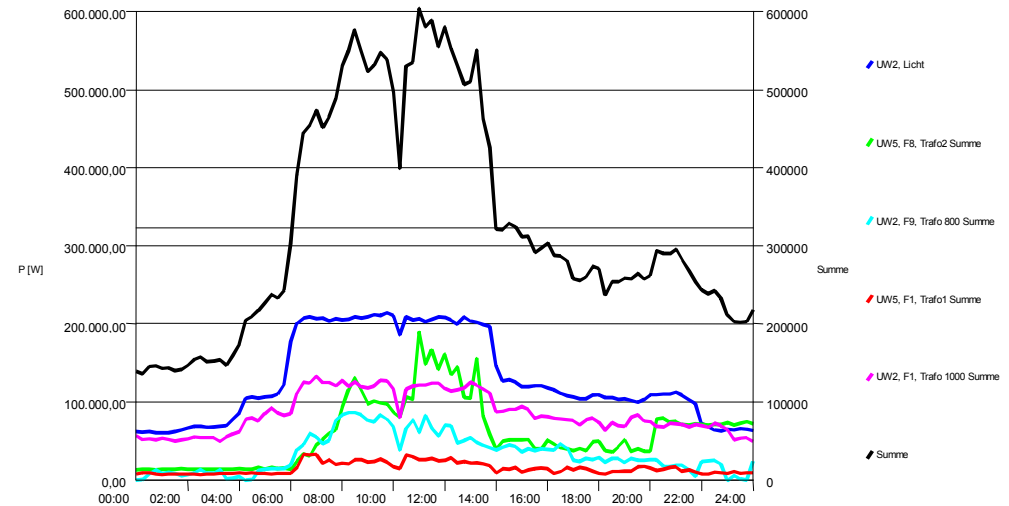
Jahresabrechnung

Datum: 15. Februar 2007

Abrechnungszeitraum: Februar 2007 - Februar 2008

Anzahl	Kategorien	Verbrauch lt. Angaben	bei effizienter Nutzung	Einsparungspotenzial	
		kWh	kWh	%	kWh Euro
	Haushalt				
1	Kochen / Backen	527	435	17%	92
1	Spülen	298	232	22%	66
1	Kühlen	333	199	40%	134
1	Warmwasser	1.720	1.720	0%	0
	Unterhaltung				
1	DVD	85	49	42%	36
1	Stereo	72	43	40%	29
1	PC	339	219	35%	120
	Beleuchtung				
3	Energiesparlampe	13	13	0%	0
3	Leuchtstoffröhren	13	13	0%	0
13	Glühlampe	347	56	84%	291
12	Halogenlampen	321	51	84%	270
	Sonstiges				
	Sonstiges	407	303	26%	104
	Summe	4.475	3.333	26%	1.142 188,28

Metallverarbeitender Betrieb



Beleuchtung verursacht den höchsten Energiebedarf (ca. 40%) !!!

Maßnahme: Helligkeitsregler, Zeitschaltuhren und Zonierungen

Jährliche Einsparung: 9084 EUR Jährliche Einsparung: 114.000 kWh

Investition: 21802 EUR Amortisation (statisch): 2,4 Jahre

„Zusatz-/Neben“-Effekte

Physiologische Studien zeigen, dass etwa 80 % unserer Nerven durch optische Reize beansprucht werden.

Der Sehvorgang verzehrt bis zu 25% des Energiehaushalts unseres Körpers.

Die Beleuchtung ist daher für das Wohlbefinden und die Gesundheit - und damit für unsere Leistungsfähigkeit - enorm wichtig.

Ergonomische Beleuchtung

Richtige Beleuchtung am Arbeitsplatz senkt nicht nur die Energiekosten, sondern soll auch Ermüdungen vermeiden und einen Beitrag zur besseren Konzentration leisten.

Richtiges Licht heisst vor allem Licht, das **nicht blendet**. Dabei spielen die Lampenart, der Ort der Lichtquelle sowie Lichtfarbe und -menge eine entscheidende Rolle.

**Optimal ist eine Kombination aus
indirekter gleichmässiger
Raumausleuchtung plus
individueller
Arbeitsplatzleuchten!**



Tipps für Arbeitsplätze

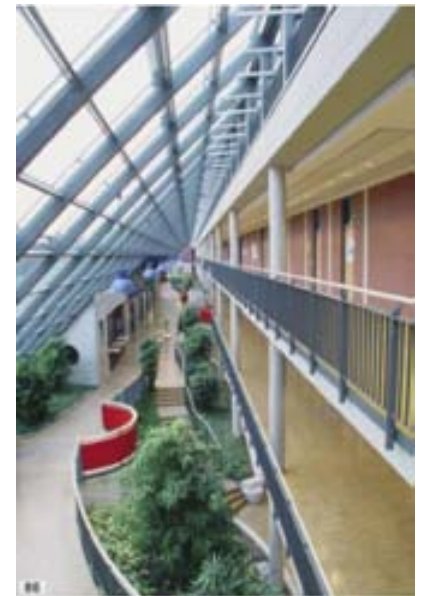
- Viele Büros sind überbeleuchtet. Die Helligkeit sollte nicht übertrieben werden.
- Tageslicht ist sehr wichtig und verhindert Erwärmung, Müdigkeitserscheinungen und Konzentrations-Schwierigkeiten.
- Verstellbare Lichtschutzvorrichtungen schützen vor blendendem Licht.
- Der Raum soll möglichst gleichmässig ausgeleuchtet sein. Es ist sinnvoll, fensternahe Lampen tagsüber abzuschalten.
- Zu hohe Kontraste im Blickfeld sollen vermieden werden. Den Monitor stellen Sie daher am besten quer zum Fenster.
- Deckenleuchten sollen blendfrei und möglichst indirekt strahlen.
- Suchen Sie in Pausen bewusst Orte mit viel Tageslicht auf.

Vorhang auf fürs Tageslicht!

- Tageslicht bietet zahlreiche ästhetische und gesundheitliche Vorteile und ist noch dazu "gratis" zu haben.
- Tageslicht wirkt für die gleiche Lichtleistung weniger erwärmend - und damit auch weniger ermüdend - als Kunstlicht.
- Die Veränderung des Tageslichts im Tagesablauf hat eine **stimulierende Wirkung**. Sie hat einen positiven Einfluss auf Konzentration und ist wichtig für den Hormonhaushalt und Schlafrythmus.
- Tageslicht ermöglicht einen visuellen **Bezug zur Aussenwelt** und trägt damit indirekt zur "Work-Life-Balance" bei.
- Die Bedeutung für die Gesundheit des **natürlichen Licht** zeigt sich auch darin, dass es in Therapien gegen Winterdepressionen erfolgreich eingesetzt wird.

1. Schritt: Tageslichtnutzung

- Tageslicht hereinlassen
 - Ausreichende Fensterflächen
 - Achtung: das allein ist's auch nicht – Blendwirkung!
 - Dachkuppeln
 - Oberlichten über Türen
 - Fensteroberlichten
 - „Lichtrohr“ – Solatube
 - Fensterflächen regelmäßig reinigen



1. Schritt: Tageslichtnutzung

- Sonnenschutz und Tageslicht- lenkende Systeme:
 - Micro Sonnenschutzraster
 - Fensteroberlichten mit Lenk- Prismenplatten
 - Lichtlenkende Jalousien



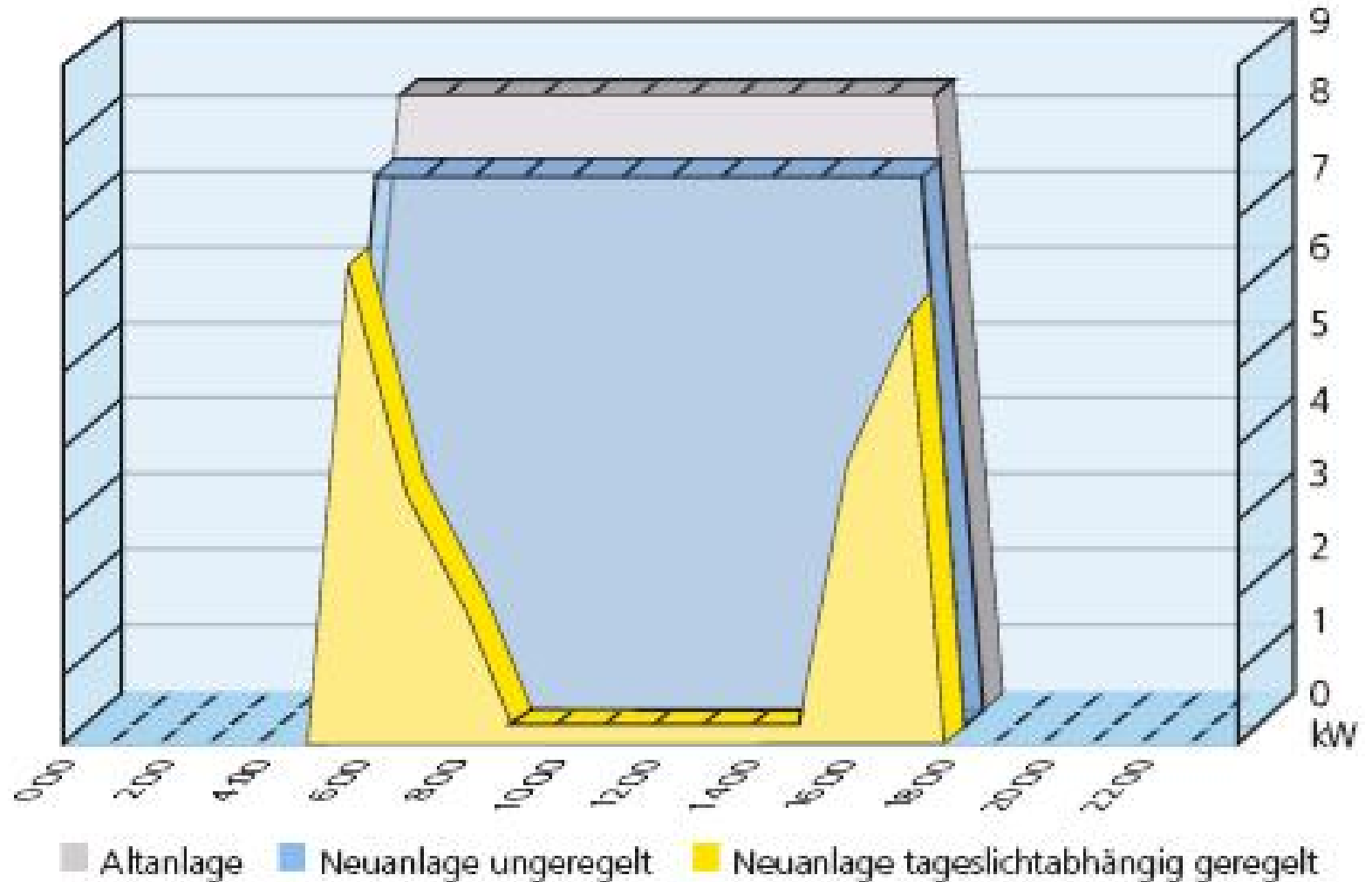
1. Schritt: Tageslichtnutzung

- → Künstliches Licht reduzieren!
 - Abschaltung durch Nutzer/Mitarbeiter
 - Automatisch zurückregeln!
 - Außenlichtabhängige Regelung
 - Zeitabhängige Steuerung



1. Schritt: Tageslichtnutzung

Resultierende Einsparung



2. Schritt: Leistung reduzieren

- Raumeindruck verbessern
 - Helle Decken, Wände und Böden
- Leuchtmittel putzen
 - Beispiel Kantine
- Reflektoren nachrüsten
 - Beispiel Metallverarbeiter
- Einsatz effizienterer Leuchtmittel
 - Beispiele Schule Gmunden,
Hotel Weisser Hirsch,
- Zonierung nach Anwendung
 - Produktionsbereich, Lager, Gang,.....
- Dimmen/Regeln
 - Beispiel Strassenbeleuchtung und dimmbare
EVG/Sparlampen

Beispiel Kantine Linz

- Anfrage der Mitarbeiter beim Instandhalter:
„Bitte installieren Sie zusätzliche Lampen, es ist so finster hier!“
 - (*Nein, ich installier sicher nichts zusätzliches!*)
 - Beleuchtungskörper (Röhren und Reflektoren) geputzt!
- Mitarbeiter haben sich bedankt, dass er so schnell die zusätzlichen Leuchten installiert hat!
- Je nach Verschmutzung bis doppelten Helligkeit!



Praxisbeispiel Gießerei

Problem: aufgrund hoher Staub- und Schmutzbelastung verschmutzen die Leuchten sehr stark

- Führt dazu, dass mehr Leuchten brennen müssen, um eine entsprechende Lichtstärke zu erreichen

Maßnahmen

- Ersatz durch i-VALO Leuchten → verschmutzen aufgrund der konstruktiven Eigenschaften nicht!!
 - Bei Ein/Ausschalten bzw. Netzausfall erfolgt Druckausgleich durch Filter (bei herkömmlichen Leuchten erfolgt dies über die Dichtungen)
 - Dadurch sind alle inneren Bauteile (Reflektor, Leuchtmittel, Leuchtenglas) gegen Staub und aggressive Gase geschützt

Beispiel Schule Gmunden

4 6. WOCHE 2007 **Tips LAND + LEUTE**

Pionierprojekt: „Vollspektrumlicht“ in Gmundner Volksschule fördert die Gesundheit und spart Energie

In der Schule ging gesundes Licht auf

GMUNDEN. Erstmals setzt eine Gemeinde im weiteren Umkreis „Vollspektrumlicht“ ein. In der Volksschule Seilergasse wurden Klassenräume und Turnsaal umgerüstet.

„Die Gesundheit unserer Kinder ist uns besonders wichtig - gerade sie brauchen die UV-A- und UV-B-Strahlung für ihr Immunsystem und den Knochenaufbau. In den Weihnachtsferien wurden alle Klassen, die Direktion und der Turnsaal mit 'Vollspektrumlicht' ausgestattet“, so Bürgermeister Heinz Köppl.

Zu den gesundheitlichen Vorteilen kommt ein Energiesparpotenzial bis zu 60 Prozent. Zudem liegt die Lebensdauer beim bis zu Dreifachen der herkömmlichen Leuchtmittel.

Obwohl konkrete Veränderungen erst in einigen Monaten festgestellt werden können, resümiert Volksschuldirektor Helmut Sack: „Uns ist sofort aufgefallen: Es ist viel heller!“ Außerdem gebe es das nervige Flackern der Lichtquellen nicht mehr. Der Direktor verspricht sich vor allem eine beruhigende Wirkung auf die Kids.

„Dass Licht in unserem Leben eine außerordentliche Bedeutung hat, ist bekannt. Allerdings, im Gegensatz zu unseren Vorfahren verbringen wir nach neuesten Studien bereits bis zu 98 Prozent (!) in geschlossenen Räumen. Aus dem Defizit an Sonnenenergie, resultiert eine ganze Reihe von Krankheiten.

„Vollspektrumlicht“-Leuchtkörper weisen rund 96 bis 98 Prozent des Sonnenspektrums, inklusive der wichtigen UV-Strahlung auf. Karl Loitelsberger, Leiter der Städtischen Gebäude- und Liegenschaftsverwaltung empfahl daher, ein Pionierprojekt in der Volksschule Seilergasse zu starten.



Ernst Höller, Karl Loitelsberger, Bürgermeister Köppl und Direktor Helmut Sack gehen bei der Montage des „gesunden“ Leuchtkörpers zur Hand.

- a) Einsparung 50 % durch T5 Austausch-System
- b) Vollspektrum-Licht für Gesundheit der Kinder

Arbeitsplatzbeleuchtung

Anstelle
gleichmäßiger
flächendeckender
Ausleuchtung



.... individuelle
Arbeitsplatz-
beleuchtung !

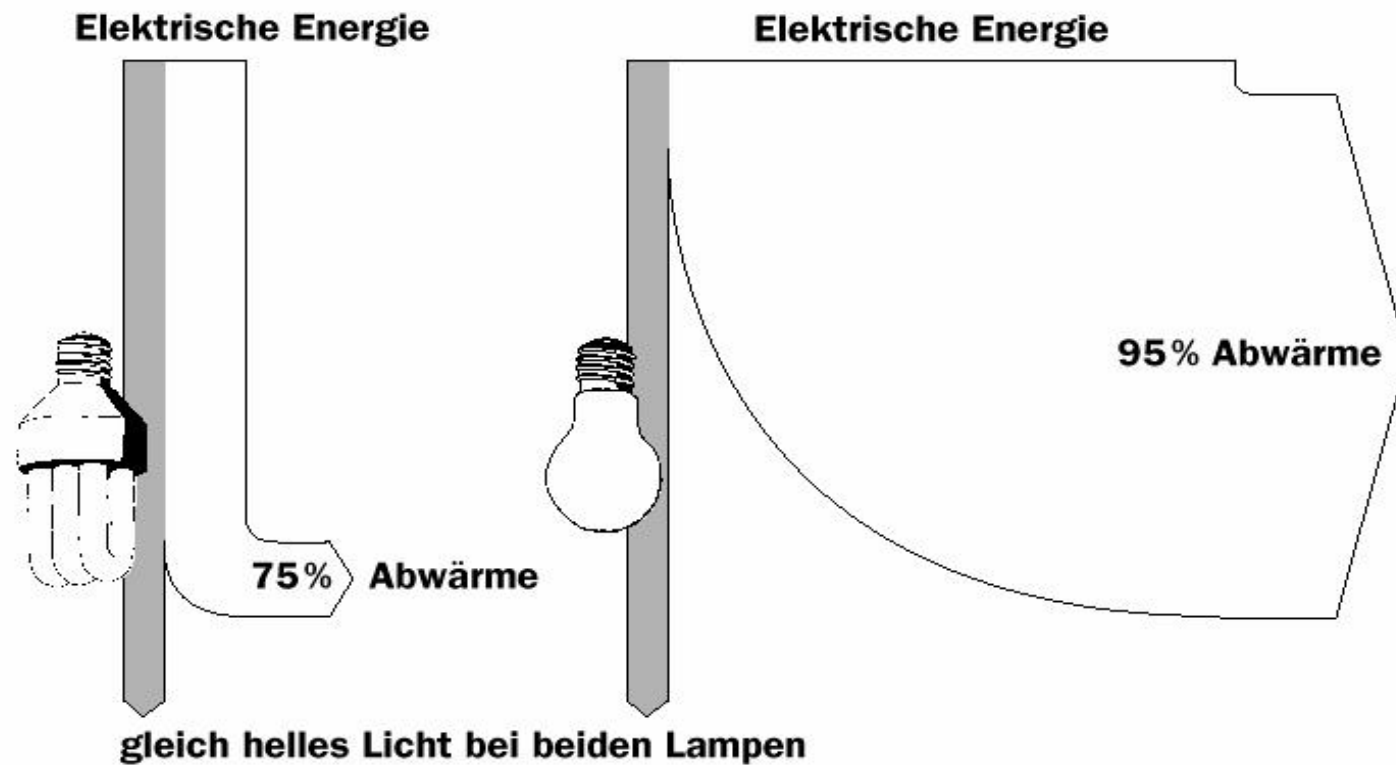
Beispiel Straßenbeleuchtung

- Aus sicherheitstechnischen Gründen:
Konkrete Vorgaben für Beleuchtungsstärke in bestimmten Bereichen
- Effiziente Leuchtmittel
- Möglichkeiten der Regelung
 - Tageslichtabhängig
 - Zeitabhängig reduzieren



CompactFluoreszenzLampe

Die Glühlampe ist eigentlich eine Elektroheizung



CompactFluoreszenzLampe

Vor- und Nachteile

- **Stromverbrauch**
 - Lichtausbeute bei Energiesparlampen deutlich besser → weniger Strom in Wärme umgewandelt
 - Energieverbrauch von Glühlampen ist bei gleicher Helligkeit etwa 5 mal grösser
- **Anschaffungspreis**
 - Herkömmliche Glühlampen kosten bedeutend weniger als Leuchtstofflampen
- **Lebensdauer**
 - Energiesparlampen leben etwa 6-10x länger
 - Lebensdauer dank moderner Vorschaltgeräten heute durch Ein- und Ausschalten kaum mehr verkürzt
- **Lichtqualität**
 - Dank modernen Vorschaltgeräten flimmern Leuchtstofflampen nicht mehr und starten schnell
 - in verschiedenen Farbqualitäten erhältlich
- **Entsorgung**
 - Glühlampen bestehen aus Glas und Metall → normalen Hauskehricht
 - Energiesparlampen enthalten dagegen kleine Mengen an Quecksilber und

CompactFluoreszenzLampe

FAZIT

- Dank dem deutlich geringeren Stromverbrauch sind Energiesparlampen heute aus ökologischer Sicht zu empfehlen.
- Auch die Lichtqualität steht dank modernen Vorschaltgeräten nicht mehr im Schatten der konventionellen Glühlampen.
- Finanziell amortisiert sich der teurere Verkaufspreis dank der längeren Lebensdauer.
- Als zusätzliche Einsparung fallen die niedrigeren Stromkosten ins Gewicht.
- Ab einer Brenndauer von 2000 bis 4000 Stunden wird der Mehrpreis einer Stromsparlampe gegenüber einer Glühbirne wettgemacht.

Beispiel Hotel Weisser Hirsch

Einsatz von
Sparlampen wo es
sinnvoll und möglich
ist !



Ergebnisse

(Originalzitate)

- Den Effekt von Sparlampen nicht unterschätzen, sie rechnen sich doppelt:
 - **Stromersparnis**
 - **Wesentlich weniger Lampentausch (vorher tgl. 5 Lampen, jetzt seit 2 Jahren keine!)**
- Lösungen für Außenbeleuchtung
 - Vorher wurden jährlich 100 Halogenlampen getauscht!
 - Durch den Einsatz eines Dimmers wird
 - **Energieverbrauch reduziert**
 - **Seit 2 Jahren kein Lampentausch mehr nötig!**

Ergebnisse

(Originalzitate)

- Die Maßnahmen erfolgten ohne dass es zu einer Einschränkung der Qualität für die Gäste kam !
- Für den Betreiber kam es sogar zu einer Erhöhung der Qualität
 - Entlastung z.B. durch die Tatsache, dass weniger Lampen zu tauschen sind
 - lässt beruhigter das Außenlicht brennen

Insgesamt wurden durch alle Maßnahmen (div. techn. (u.a. Licht, organisatorisch, Tarif,...)

30% der gesamten Energiekosten eingespart!!

Dimmbare Sparlampen!

- Bisher nicht dimmbar → Anwendungshemmnis gerade in Gastrobereich (Stimmung)

Durch Betätigen des Lichtschalters

- Helligkeit von 100 Prozent abregeln auf 66, 33 und 5 % bis zum Erlöschen der Lampe.
- Pro Lichtschalter können praktisch beliebig viele Lampen gedimmt werden
- integrierte Dimmfunktion mit stufenloser Lichtregelung
- im Bereich von 100 bis 15 Prozent
- variables Licht für individuelle Lichtgestaltung
- Kein Beeinträchtigung der Lebensdauer



3. Schritt: Betriebszeit reduzieren

- Zonierung nach Bereichen/Möglichkeit der getrennten Schaltung
 - Beispiel Sportfachhandel - Auslagen
- Bewegungs-/Präsenzmelder
 - Beispiel Gastronomie Gänge/Toiletten
- Automatische Pausenschaltung
 - Beispiel Produktion
- Mitarbeiter informieren
 - Bitte Licht ausschalten, wenn
 - Wo bitte sind die Schalter ?

Praxisbeispiel Sportartikelhandel

– Ausgangssituation

- 1114m² Verkaufsfläche
- Stromverbrauch: 92.000 kWh/a
- Davon 54.000 kWh/a für Beleuchtung
- Installierte Beleuchtungsleistung: 18 kW

– Schwachstellen

- Gar keine/schlechte Zonierung
- Wärmeeintrag durch Beleuchtung & Fensterflächen
- Zu hohe installierte Leistung
- Schlechtes Benutzerverhalten
- Beleuchtung direkt an den Fensterflächen ist auch unter Tags eingeschaltet => natürliches Licht wird nicht genutzt

Praxisbeispiel Sportartikelhandel

– Lösungsweg

- Reduzierung der installierten Leistung um 3,8 kW durch Lampentausch
- Installation eines Dämmerungsschalters
- Umstrukturierung der Lichtkreise
- Optimiertes Benutzerverhalten

➔ Ergebnis

Einsparung von ca. 15.000 kWh/a (ca 15%!!)

Lichtgerücht

„Das Licht aus- und dann wieder einschalten verbraucht mehr Strom als wenn ich es einfach durchbrennen lasse!“

- Kein Mehrverbrauch bei Leistung oder Energie
- Aber reduzierte Lebensdauer

Automatische Pausenschaltung

Beispiel Beleuchtung

- Installierte Leistung: 50 kW
 - 250 d/ 8 h Betrieb → 2000 Betriebsstunden/Jahr
- $$50 \text{ kW} * 2000 \text{ h} = 100.000 \text{ kWh}$$

Pausenabschaltung - Energieeinsparung

- 2 mal 15 min/d

$$0,5\text{h} * 250 \text{ d} * 50 \text{ kW} = \mathbf{6.250 \text{ kWh}}$$

Auswahlkriterien für Leuchtmittel

- Anschaffungskosten
 - Technologie
 - Mehrere Lieferquellen? Wettbewerb?
- Betriebskosten
- Farbwiedergabe / Brillianz
- Optik / Architektur
- Erreichbarkeit für Service
- Manipulation, Diebstahl

Kosten-Effizienz

Kostenarten der Beleuchtung:

- Anlagenkosten
- Stromkosten (40 – 75% der Gesamtkosten)
- Instandhaltungskosten
 - Arbeitszeit f. Wartung
 - Lampentausch

Folgekosten beachten

- DULUX EL R20/41-827

- 20 W
- 15000 h; 20 € netto

Leuchtmittelkosten: 1,33 € / 1000 h

- Kaltlichtspiegel – Halogenlampe

- 35 W; 600 lm,
- 1000 h; 6,01 € netto

Leuchtmittelkosten: 33,55 € / 1000 h

- TC-TEL 42 W-840

- 3200 lm/W,
- ca 12000 h €22,29 netto

Leuchtmittelkosten 1,83 € / 1000 h



Praxisbeispiel Optikerfachgeschäft

Problem: hohe Stromkosten und andere Probleme mit der elektrischen Energieversorgung durch die Niedervolt-Halogen-Beleuchtung

- Erhitzung im Geschäft
 - keine Heizung im Winter erforderlich
 - und im Sommer ?
- kurze Lebensdauer der Lampen und
- die Tatsache dass immer wieder der Elektriker zum Tausch von Lampenfassungen benötigt wird.

Weitere Problematik:

- bei sparsamem Umgang mit der Beleuchtung entsteht relativ rasch der Eindruck, dass es im Geschäft finster ist
- wirkt nicht sehr einladend

Praxisbeispiel Optikerfachgeschäft

- Sofortmaßnahmen
 - Reduktion der Leistung einzelner Lampen
 - NV-Spots mit IRC Technologie
 - Ausnutzung der Schaltmöglichkeiten
- Langfristige Maßnahmen
 - Basisbeleuchtung mittels Fluoreszenzlampen (Röhren, Energiesparlampen) Faktor 4-5 besser
 - Akzentbeleuchtung mittels Metalldampf lampen (Faktor 4 besser)
 - Beleuchtung Auslagenbereich mittels Hochvolt-Halogenlampen (230 V statt 12 V) oder IRC Technologie, eventuell auch mittels LED Technologie (derzeit noch sehr teuer)

Worum geht's also?

Der wahre Wert der Dinge liegt
in deren richtiger Anwendung!

(Sokrates)

Meist ist die Technik vorhanden, aber ...

- Beispiel Steuerungstechnik:
 - Bewegungsmelder nicht mit Sparlampe kombinieren
 - Helligkeitsregelung am richtigen Ort anbringen, Grenzwert einstellen

**Wir wünschen Ihnen viel Erfolg
bei der Suche nach dem Stöpsel für Ihren**



www.energie-consulting.at