

# 10 Grundprinzipien energieeffizienter Büro- und Verwaltungsgebäude

Dr. Josef Hochhuber, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Bayerisches Landesamt für  
Umwelt



## 10 Grundregeln für energieeffiziente Büro- und Gewerbegebäude

1. Integriertes Energiekonzept und kompakte Bauweise, Primärenergiebedarf  $< 100 \text{ kWh/m}^2_{\text{NGF}} \cdot \text{a}$
2. Möglichst gute Dämmung der Gebäudehülle
3. Glasanteil nicht über 30% der Gesamtfassade, Vermeidung vollflächiger Glasfassaden
4. Luftdichtheit und kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung  $> 80\%$
5. Nutzung des Tageslichts zur Beleuchtung
6. Effiziente Systeme von künstlicher Beleuchtung
7. Abschirmung von direkter Sonneneinstrahlung im Sommer
8. Effiziente Kühlsysteme (Nachtspülung, Betonkernaktivierung, Grundwassernutzung)
9. Vermeidung/Minimierung innerer Wärmelasten durch energieeffiziente Geräte
10. Einsatz umweltfreundlicher Heizsysteme

## 1. Integriertes Energiekonzept und kompakte Bauweise, Primärenergiebedarf < 100 kWh/m<sup>2</sup>NGF\*a



Positivbeispiel: Gebäude der Handwerkskammer-Akademie in Augsburg

Negativbeispiel: Nord-Landesbank in Hannover

© LfU / Referat 22 / Dr. Hochhuber /

## 2. Möglichst gute Wärmedämmung der Gebäudehülle auch zum Schutz vor künftigen Hitzebelastungen im Sommer

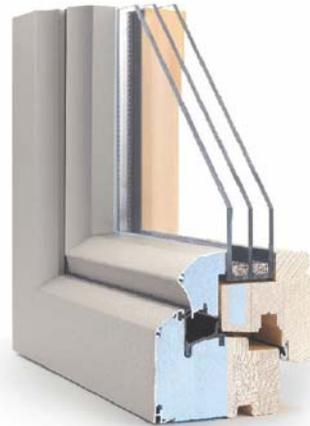


Wärmedämmverbundsystem zur Dämmung von Außenwänden (hier Passivhaus-Standard)

4

© LfU / Referat 22 / Dr. Hochhuber /

## 2. Möglichst gut Wärmedämmung der Gebäudehülle auch zum Schutz vor künftigen Hitzebelastungen im Sommer



Energiesparfenster mit Dreischeibenverglasung

5

© LfU / Referat 22 / Dr. Hochhuber /

## 3. Glasanteil nicht über 30% der Fassade Vermeidung vollflächiger Glasfassaden

Energion-Bürogebäude nach  
Passivhaus-Standard

Leerstehendes Gebäude in Augsburg



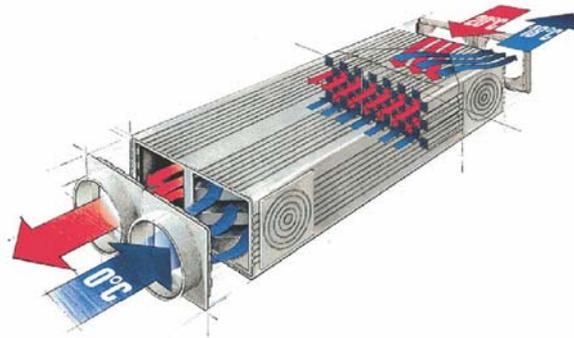
6

© LfU / Referat 22 / Dr. Hochhuber /

## 4. Luftdichtheit und Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung > 80%



„Blower-door-Test“ zur Überprüfung der Luftdichtheit eines Gebäudes



**Luft-Luft-Wärmetauscher**

Bild: Paul Wärmerückgewinnung

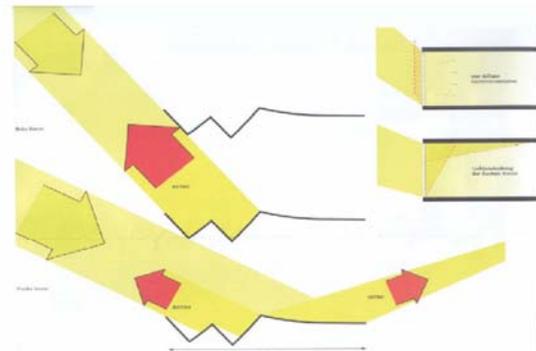
7

© LfU / Referat 22 / Dr. Hochhuber /

## 5. Nutzung des Tageslichts zur Beleuchtung von Gebäuden



**Systeme zur Lichtlenkung ohne Überhitzung der Räume**

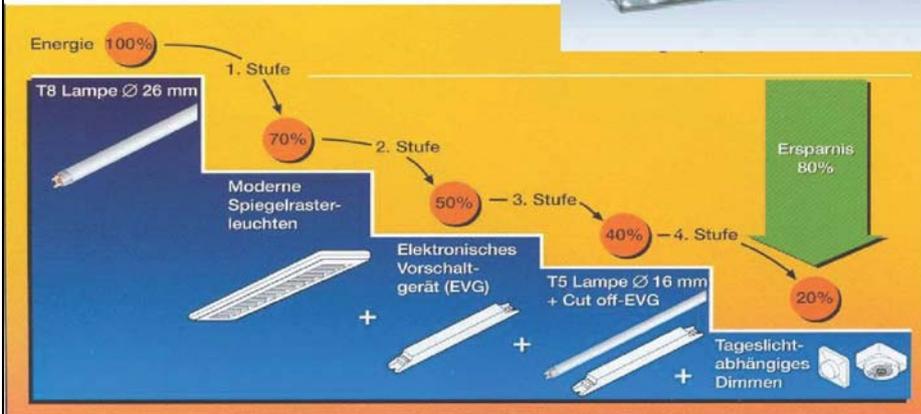


8

© LfU / Referat 22 / Dr. Hochhuber /

## 6. Effiziente Systeme von künstlicher Beleuchtung

Spiegelrasterleuchte zur effizienten Nutzung des Lichts



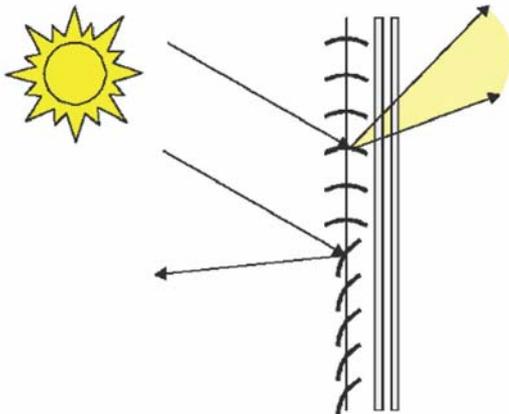
Meilensteine der modernen Beleuchtung

Bild: Osram

9

© LfU / Referat 22 / Dr. Hochhuber /

## 7. Abschirmung von direkter Sonneneinstrahlung im Sommer



Verstellbare Jalousien und Fensterüberstände als Sonnenschutz



10

© LfU / Referat 22 / Dr. Hochhuber /

## 8. Effiziente Kühlsysteme



**Betonkernaktivierung zur Kühlung im Sommer und Heizung im Winter**  
Nutzung von Grundwasserkälte möglich



**Erdkolektorrohre zur Luftkühlung im Sommer und Vorwärmung im Winter**

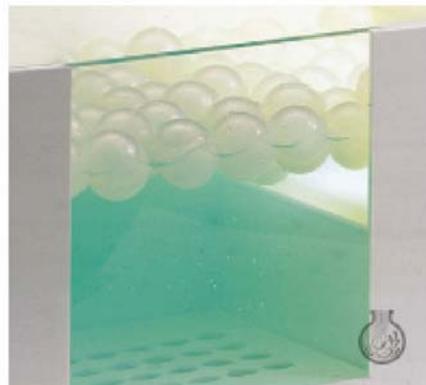
11

© LfU / Referat 22 / Dr. Hochhuber /

## 9. Minimierung der inneren Wärmelasten durch Verwendung energieeffizienter Geräte und Anlagen



**Besonders sparsames Kühlgeräte durch Vakuumdämmplatten**



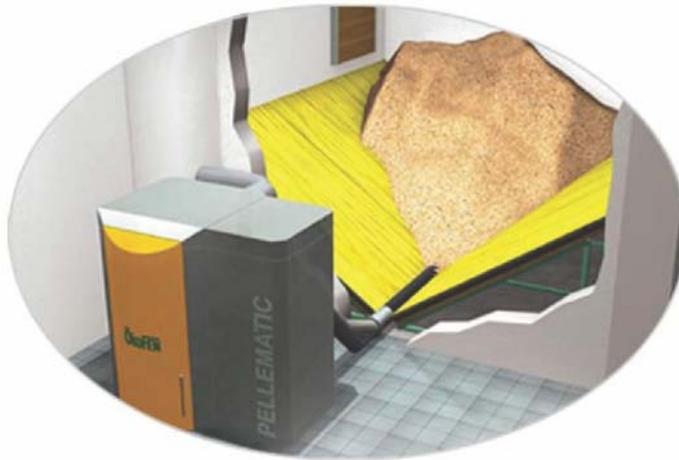
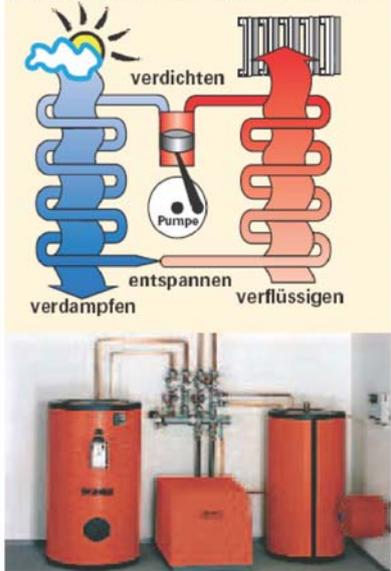
**Schwimmkugeln zur Abdeckung von Flüssigkeiten** Bild: Laborhandel Zwickau

12

© LfU / Referat 22 / Dr. Hochhuber /

## 10. Einsatz umweltfreundlicher Heizsysteme

**Funktionsschema Wärmepumpe**  
Abwärme/Umweltwärme 3/4 + Endenergie/Strom 1/4 = Nutzwärme 4/4



**Holzpellettheizung mit Schneckenförderer**

Bild: Ökofen

**Wärmepumpe**

## So rechnen Sie richtig! Bewertungsverfahren für Investitionsentscheidungen

Dirk Kőwener, BSR-Sustainability GmbH

Es gibt mehrere Mőglichkeiten eine Investition zu beurteilen. In der Praxis wird oft die Amortisationszeit als Kriterium herangezogen. Mit der Amortisationszeit wird jedoch nicht die Rentabilität einer Investition gemessen, sondern ausschließlich die Zeit, die benötigt wird „das Geld wieder einzuspielen“. Deswegen handelt es sich bei der Amortisationszeit auch nicht um ein Rentabilitätsmaß sondern um ein Risikomaß. Da üblicherweise für alle Investitionen ein und dieselbe Amortisationszeit als Maßstab angesetzt wird (z. B. drei Jahre), werden gegenüber langfristigen Investitionen – wie Investitionen in die Energieeffizienz – implizit höhere Rentabilitätsanforderungen gestellt. Ein kurzes Beispiel verdeutlicht das. Eine Produktionsanlage mit fünfjähriger Nutzungsdauer „verdient“ bei einer geforderten Amortisationszeit von drei Jahren noch zwei Jahre Geld. Eine Kraft-Wärmekopplungsanlage mit zwölf Jahren Nutzungsdauer „verdient“ bei gleicher Amortisationszeit jedoch neun Jahre lang Geld und ist damit unter sonst gleichen Bedingungen deutlich rentabler als die Produktionsanlage. Solche überhöhten impliziten Renditeanforderungen verhindern jedoch viele Investitionen in die Energieeffizienz.

Um dieses Problem zu umgehen, ist als Entscheidungskriterium ein Rentabilitätsmaß notwendig, dass den gesamten Nutzungszeitraum der Investition betrachtet. Die interne Verzinsung und der Barwert erfüllen diese Anforderungen. Beide Größen sind eng miteinander verbunden, denn die interne Verzinsung stellt im Endeffekt nur einen Spezialfall der Barwertrechnung dar.

Bevor die einzelnen Rechenmethoden beschrieben werden, sind einige allgemeine Anmerkungen zu machen:

- Entscheidungsrelevant für Investitionen sind nur **zukünftige** Ausgaben und Einnahmen.
- Bereits getätigte Investitionen, auch wenn sie noch einen Restwert haben, sind nicht entscheidungsrelevant.
- Durch die Berücksichtigung von Zinsen werden **zukünftige** Ausgaben und Einnahmen **entwertet**, d. h. sie sind weniger Wert als eine Ausgabe oder Einnahme gleicher Höhe, die heute stattfindet.

Zur Berechnung der einzelnen Größen sind in der Regel nur wenige Parameter notwendig, wie die nachfolgende Tabelle zeigt:

Parameter	Amortisationszeit	Interne Verzinsung	Barwert
Investitionssumme inkl. aller Planungs- und Installationskosten	x	x	x
Veränderte Betriebskosten und verringerte Energiekosten	x	x	x
Kalkulationszinssatz	x		x
Nutzungsdauer		x	x

## Die Amortisationszeit

Die Amortisationszeit ist die Zeit, die benötigt wird, bis die Ausgaben für eine Investition (bei dynamischer Betrachtung: inklusive Verzinsung) wieder zurückgeflossen sind. Folgendes Beispiel veranschaulicht die Aussage:

### Beispielinvestition

Investitionssumme (Ausgabe):	-8.000 €
Jährlich eingesparte Kosten <sup>2</sup> :	2.000 €
Zinssatz:	10%

Investition	eingesparte Kosten						...	2017
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2012,4		
- 8.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	740 €		irrelevant
1.818 €								
1.653 €								
1.503 €								
1.366 €								
1.242 €								
418 €								
0 €								

In 2007 findet die Investition von 8.000 € statt und ab 2008 spart das Unternehmen 2.000 € pro Jahr. Diese jährlichen Einsparungen werden mit 10 % auf das Jahr 2007 abgezinst (1. Spalte der Grafik) und dann aufaddiert. Bei dem gewählten Zinssatz von 10 % dauert es 5,4 Jahre bis die 8.000 € zurückgeflossen sind. Dies ist die Amortisationszeit der Investition für den genannten Zinssatz. Bei einem Zinssatz von 0 % beträgt die Amortisationszeit genau 4 Jahre, eben weil in diesem Fall nicht abgezinst wird und es gilt: 4 Jahre • 2.000 €/Jahr = 8.000 €

Erst nach Ablauf der Amortisationszeit verdient das Unternehmen Geld mit der Investition. Je länger die diese Restnutzungsdauer der Investition ist, desto rentabler ist die Investition. Dieser Aspekt wird jedoch bei der Berechnung der Amortisationsdauer nicht berücksichtigt. Daher handelt es sich bei der Amortisationsdauer auch nicht um ein Rentabilitätsmaß, sondern um ein Risikomaß, das angibt, wie lange das für die Investition eingesetzte Kapital gebunden ist.

## Interne Verzinsung

Die interne Verzinsung gibt an, bis zu welchem Finanzierungszinssatz sich eine Investition lohnt. Die interne Verzinsung entspricht dem effektiven Jahreszins eines Kredites mit konstanten Ratenzahlungen. Die Berechnung erfolgt am Besten mit einem Kalkulationsprogramm, da sie für mehrjährige Investitionen nicht mehr analytisch zu lösen ist. Folgendes Beispiel verdeutlicht die grundsätzliche Vorgehensweise.

### Beispielinvestition

Investitionssumme (Ausgabe):	-8.000 €
Jährlich eingesparte Kosten <sup>1</sup> :	2.000 €
Nutzungsdauer:	10 Jahre

<sup>2</sup> Anstatt von „jährlich eingesparten Kosten“ (typisch für Energieinvestitionen) kann man bei allgemeinen Investitionen auch von „jährlichen Einnahmen“ sprechen.

Investition 2007	eingesparte Kosten				
	2008	2009	2010	...	2017
- 8.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €
1.647 €					
1.357 €					
1.118 €					
...					
288 €					
0 €					

Gesucht wird der Zinssatz mit dem alle jährlichen Rückflüsse (hier: jährlich eingesparte Kosten) abgezinst werden müssen, so dass die Summe dieser abgezinsten Zahlungen gleich der Investitionssumme ist bzw. gilt:  $-8.000 \text{ € (Investition)} + \text{abgezinsten Rückflüsse} = 0 \text{ €}$ . Ist dieser Zinssatz deutlich größer als der Zinssatz zu dem das Geld geliehen (Fremdkapital) oder angelegt (Eigenkapital) werden kann, so ist die Investition rentabel. In obigem Beispiel liegt die interne Verzinsung bei 21,4 %.

## Zusammenhang zwischen Amortisationszeit und interner Verzinsung

Die nachfolgende Abbildung zeigt interne Verzinsungen einer Investition in Abhängigkeit der Nutzungsdauer und verschiedener Amortisationszeiten:

geforderte Amortisationszeit (Zins=0%) [Jahre]	Interne Verzinsung in % <sup>1</sup>										
	Anlagennutzungsdauer [Jahre]										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15
1	61,8%	83,9%	92,8%	96,6%	98,4%	99,2%	99,6%	99,8%	99,9%	100,0%	100,0%
2	0,0%	23,4%	34,9%	41,0%	44,5%	46,6%	47,8%	48,6%	49,1%	49,6%	49,9%
3	neg.	0,0%	12,6%	19,9%	24,3%	27,1%	29,0%	30,2%	31,1%	32,2%	32,9%
4	neg.	neg.	0,0%	7,9%	13,0%	16,3%	18,6%	20,2%	21,4%	22,9%	24,0%
5	neg.	neg.	neg.	0,0%	5,5%	9,2%	11,8%	13,7%	15,1%	16,9%	18,4%
6	neg.	neg.	neg.	neg.	0,0%	4,0%	6,9%	9,0%	10,6%	12,7%	14,5%
7	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	0,0%	3,1%	5,3%	7,1%	9,5%	11,5%
8	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	0,0%	2,4%	4,3%	6,9%	9,1%

rentable Investitionsmöglichkeiten: Amortisationszeit bis 3 Jahre  
abgeschnittene rentable Investitionsmöglichkeiten: z. B. Chancen des Contracting  
nicht rentable Investitionsmöglichkeiten (<10%)

<sup>1)</sup> unterstellt wird eine konstante Energiekostensparung über die gesamte Anlagennutzungsdauer

Der dunkelgrüne Bereich zeigt die internen Verzinsungen bei einer Amortisationszeit von bis zu drei Jahren. Diese Investitionen werden bei beiden Berechnungen durchgeführt, wenn die maximal zulässige Amortisationszeit in einem Unternehmen bei drei Jahren liegt. Aber es gibt auch Investitionen mit einer längeren (Anlagen-)Nutzungsdauer, die noch hohe Verzinsungen garantieren, obwohl die Amortisationszeit länger als drei Jahre ist (hellgrüner Bereich, alle Investitionen mit einer internen Verzinsung größer 10 %). Diese werden bei einer reinen Amortisationszeitbetrachtung jedoch alle **nicht** durchgeführt. Interessant dabei ist, dass Investitionen mit einer Amortisationszeit von drei Jahre durchgeführt werden, die eine deutlich geringere interne Verzinsung haben als abgelehnte Investitionen, die eine Amortisationszeit von vier Jahren haben (12,6 % vs. 24,0 % interne Verzinsung, eingekreist in der Abbildung).

## Barwert

Der Barwert ist der heutige Gewinn (Verlust) einer Investition. Auch dies lässt sich am Besten an einem Beispiel verdeutlichen. Im Gegensatz zur internen Verzinsung wird hier der Zinssatz vorgegeben. Insofern ist die interne Verzinsung ein Spezialfall der Barwertrechnung, bei dem der Barwert auf Null gesetzt wird und dann die Gleichung nach dem (zu suchenden) Zinssatz aufgelöst wird.

### Beispielinvestition

Investitionssumme (Ausgabe):	-8.000 €
Jährlich eingesparte Kosten <sup>3</sup> :	2.000 €
Nutzungsdauer:	10 Jahre
Zinssatz:	10 %

Investition	eingesparte Kosten			
	2007	2008	2009	2017
- 8.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €
1.818 €				
1.653 €				
...				
771 €				
4.289 €				

Zinst man die Rückzahlungen der obigen Investition mit 10 % ab und subtrahiert dann von diesen Rückzahlungen die Investition von 8.000 €, so verbleiben dem Investor zum Zeitpunkt der Investition (2007) 4.289 €, die er als Gewinn verbuchen kann, wenn die Rückzahlungen wie geplant eintreten.

<sup>3</sup> Anstatt von „jährlich eingesparten Kosten“ (typisch für Energieinvestitionen) kann man bei allgemeinen Investitionen auch von „jährlichen Einnahmen“ sprechen.



Management System for Local  
Energy Efficiency Networks

## **Bewertungsverfahren für Investitionsentscheidungen**

**Dirk Köwener**

---

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

### **Überblick**



Management System for Local  
Energy Efficiency Networks

#### **1 Methoden**

- Alg. Bemerkungen
- Amortisationszeit
- Interne Verzinsung
- Barwert

#### **2 Investitionen**

#### **3 Unsicherheiten und Systemabgrenzung**

#### **4 Zusammenfassung**

#### **5 Berechnung mit Tabellenkalkulation**

---

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## 1 Methoden - Allgemeine Bemerkungen



- Entscheidungsrelevant für Investitionen sind nur **zukünftige** Ausgaben und Einnahmen
- Bereits getätigte Investitionen, die noch einen Restwert haben sind **nicht** entscheidungsrelevant
- Durch die Berücksichtigung von Zinsen werden **zukünftige** Ausgaben und Einnahmen **entwertet**, d. h. sie sind weniger Wert als eine Ausgabe oder Einnahme gleicher Höhe, die heute stattfindet

Beispiel: Sie erhalten in 25 Jahren 1.000 €. Auf wie viel € würden sie verzichten, wenn sie das Geld heute erhalten würden?

Verzinsung	verzichtet auf	Auszahlung von
0%:	0 €	1.000 €
2%:	390 €	610 €
5%:	705 €	295 €
10%:	908 €	92 €

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## 1 Methoden - Allgemeine Bemerkungen



### Beurteilung von Investitionen anhand der Berechnung

- der Amortisationszeit (Risiko)
- des Barwerts (Rentabilität)
- der internen Verzinsung (Rentabilität)

### Notwendige Parameter

Parameter	Amortisationszeit	Interne Verzinsung	Barwert
Investitionssumme inkl. aller Planungs- und Installationskosten	X	X	X
Veränderte Betriebskosten und verringerte Energiekosten	X	X	X
Kalkulationszinssatz	X		X
Erwartete Nutzungsdauer		X	X

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## 1 Methoden - Die Amortisationszeit (AMZ)



Wie lange dauert es, bis das Geld der Investition wieder zurückgeflossen ist.

Investitionssumme: -8.000 €  
 Jährlich eingesparte Kosten: 2.000 €  
 Zinssätze: 10%, 0%

Investition	eingesparte Kosten						...	2017
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2012,4	...	2017
- 8.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	740 €	irrelevant	
1.818 €								
1.653 €								
1.503 €								
1.366 €								
1.242 €								
418 €								
0 €								

AMZ (Zins=10%): 5,4 Jahre  
 AMZ (Zins=0%): 4,0 Jahre

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
 Augsburg, 5. Juni 2008

## 1 Methoden - Die interne Verzinsung $i^*$



gibt an, bis zu welchem Finanzierungszinssatz sich eine Investition lohnt. Die interne Verzinsung entspricht dem eff. Jahreszins eines Kredites mit festen Ratenzahlungen.

Investitionssumme: -8.000 €  
 Jährlich eingesparte Kosten: 2.000 €  
 Nutzungsdauer: 10 Jahre, 15 Jahre

Investition	eingesparte Kosten					
2007	2008	2009	2010	...	2017	
- 8.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €
1.647 €						
1.357 €						
1.118 €						
...						
288 €						
0 €						

$i^*$  (10 Jahre): 21,4%  
 $i^*$  (15 Jahre): 24,0%

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
 Augsburg, 5. Juni 2008

# 1 Methoden - Vergleich AMZ und interne Verzinsung



geforderte Amortisationszeit (Zins=0%) [Jahre]	Interne Verzinsung in % <sup>1</sup>										
	Anlagennutzungsdauer [Jahre]										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15
1	61,8%	83,9%	92,8%	96,6%	98,4%	99,2%	99,6%	99,8%	99,9%	100,0%	100,0%
2	0,0%	23,4%	34,9%	41,0%	44,5%	46,6%	47,8%	48,6%	49,1%	49,6%	49,9%
3	neg.	0,0%	12,6%	19,9%	24,3%	27,1%	29,0%	30,2%	31,1%	32,2%	32,9%
4	neg.	neg.	0,0%	7,9%	13,0%	16,3%	18,6%	20,2%	21,4%	22,9%	24,0%
5	neg.	neg.	neg.	0,0%	5,5%	9,2%	11,8%	13,7%	15,1%	16,9%	18,4%
6	neg.	neg.	neg.	neg.	0,0%	4,0%	6,9%	9,0%	10,6%	12,7%	14,5%
7	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	0,0%	3,1%	5,3%	7,1%	9,5%	11,5%
8	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	0,0%	2,4%	4,3%	6,9%	9,1%

- rentable Investitionsmöglichkeiten: Amortisationszeit bis 3 Jahre
- abgeschnittene rentable Investitionsmöglichkeiten: z. B. Chancen des Contracting
- nicht rentable Investitionsmöglichkeiten (<10%)

<sup>1)</sup> unterstellt wird eine konstante Energiekostensparung über die gesamte Anlagennutzungsdauer

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

# 1 Methoden - Der Barwert



Der heutige Wert des Gewinns der Investition.

- Investitionssumme: -8.000 €
- Jährlich eingesparte Kosten: 2.000 €
- Nutzungsdauer: 10 Jahre
- Zinssatz: 10%, 15%

Investition	eingesparte Kosten			
	2007	2008	2009	2017
- 8.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €
1.818 €				
1.653 €				
...				
771 €				
<b>Barwert (10 %):</b>	<b>4.289 €</b>			
<b>Barwert (15 %):</b>	<b>2.038 €</b>			

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## 1 Methoden - Barwert Zahlungsplan



Investitionssumme: -8.000 €  
 Jährlich eingesparte Kosten: 2.000 €  
 Nutzungsdauer: 10 Jahre  
 Zinssatz: 10%

Zahlungsplan											
Zeitpunkt	01. Jan 2008	31. Dez 2008	31. Dez 2009	31. Dez 2010	31. Dez 2011	31. Dez 2012	31. Dez 2013	31. Dez 2014	31. Dez 2015	31. Dez 2016	31. Dez 2017
Kredit für Investition	8.000 €										
Rückfluss		2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €
Zins		-800 €	-680 €	-548 €	-403 €	-243 €	-67 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Tilgung		-1.200 €	-1.320 €	-1.452 €	-1.597 €	-1.757 €	-674 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Restschuld	-8.000 €	-6.800 €	-5.480 €	-4.028 €	-2.431 €	-674 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Überschuss		0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	1.259 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €
abgezinst auf		01. Jan. 2008									
Barwert	4.289 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	711 €	1.026 €	933 €	848 €	771 €

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
 Augsburg, 5. Juni 2008

## Überblick



### 1 Methoden

### 2 Investitionen

Neu- und Erweiterungsinvestitionen

Ersatzinvestitionen

Das Glühlampenparadoxon

### 3 Unsicherheiten und Systemabgrenzung

### 4 Zusammenfassung

### 5 Berechnung mit Tabellenkalkulation

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
 Augsburg, 5. Juni 2008

## 2 Investitionen



### a) Neu- und Erweiterungsinvestitionen

Durch den Variantenvergleich zweier Neuanlagen (Alternativen) können **Kosteneinsparungen** berechnet werden (= Kapitalrückfluss), die **zu maximieren** sind

=> AMZ nur im Variantenvergleich berechenbar

=> interne Verzinsung nur im Variantenvergleich berechenbar

=> Barwert als Kostengröße ist zu minimieren

### b) Ersatzinvestition

Durch den Vergleich mit bestehender Anlage können **Energiekosteneinsparungen** berechnet werden (= Kapitalrückfluss), die **zu maximieren** sind

=> AMZ berechenbar

=> interne Verzinsung berechenbar

=> Barwert berechenbar

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## 2 Investitionen – Neu- und Erweiterungsinvestitionen I (Beleuchtungssystem)



Laufzeit: 2.500 Std./Jahr  
Strompreis: 10 €ct/kWh  
Wartungskosten: 50 €/Jahr  
Nutzungsdauer: 12 Jahre  
Zinssatz: 10%

### Variante A

50 T8-Spiegelrasterleuchten mit EVG (58 W):	20 €/Stück
Installation	1.500 €
<b>Strombedarf</b>	<b>7.250 kWh/a</b>

### Variante B

50 T5-Spiegelrasterleuchten mit cut off EVG (55 W):	23 €/Stück
Installation	1.500 €
tageslichtabhängige Steuerung (inkl. Installation):	1.200 €
<b>Strombedarf</b>	<b>4.800 kWh/a</b>

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## 2 Investitionen – Neu- und Erweiterungsinvestitionen II (Beleuchtungssystem)



	Kosten	
	Variante A	Variante B
Investition Leuchten	1.000 €	1.150 €
Installation	1.500 €	1.500 €
Investition Tageslichtsteuerung		1.200 €
<b>Summe</b>	<b>2.500 €</b>	<b>3.850 €</b>
jährliche Stromkosten	725 €	480 €
jährliche Wartungskosten	50 €	50 €
<b>Barwert jährliche Kosten</b>	<b>4.599 €</b>	<b>2.930 €</b>
<b>Summe Kosten (Barwert)</b>	<b>7.099 €</b>	<b>6.780 €</b>

### Differenzinvestition Variante A zu Variante B

Differenzinvestition	1.350 €
jährlich eingesparte Kosten	245 €
Amortisationszeit (Zins=0%)	5,5
Amortisationszeit (Zins=10%)	8,4
interne Verzinsung	14,6%
Barwert	319 €

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## 2 Investitionen – Ersatzinvestitionen I (Beleuchtungssystem)



Laufzeit: 2.500 Std./Jahr  
Strompreis: 10 €ct/kWh  
Wartungskosten: 50 €/Jahr  
Nutzungsdauer: 12 Jahre  
Zinssatz: 10%

### Bestehende Anlage (6 Jahre alt)

100 T8-Leuchten mit KVG (71 W) 15 €/Stück  
Installation 1.500 €  
**Strombedarf 17.750 kWh/a**

### Variante B

50 T5-Spiegelrasterleuchten mit cut off EVG (55 W) 23 €/Stück  
Installation 1.500 €  
tageslichtabhängiger Steuerung (inkl. Installation) : 1.200 €  
**Strombedarf 4.800 kWh/a**

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## 2 Investitionen – Ersatzinvestitionen II (Beleuchtungssystem)



Sofort investieren oder bestehende Anlage zu Ende nutzen (optimaler Ersatzzeitpunkt)?

### Kosten des Betriebs der alten Anlage (nur Betriebskosten)

17.750 kWh * 10 €ct/kWh	= 1.775 €/a
Wartung	= 50 €/a
<b>Summe</b>	<b>= 1.825 €/a</b>

### Kosten des Vorziehens der neuen Anlage

3.850 € * 10%	= 385 €/a
4.800 kWh * 10 €ct/kWh	= 480 €/a
Wartung	= 50 €/a
<b>Summe</b>	<b>= 915 €/a</b>

Es wird dann in eine neue Anlage investiert, wenn gilt:

Betriebskosten Altanlage > Betriebskosten Neuanlage +  
Finanzierungskosten des Vorziehens der Neuanlage.  
Der Wert der Investition der Altanlage spielt keine Rolle!

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## 2 Investitionen - Ersatzinvestitionen III (Beleuchtungssystem)



Jahr	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	...
Betriebskosten alt	1.825 €	1.825 €	1.825 €	1.825 €	1.825 €	1.825 €		
Investition						3.850 €		
Betriebskosten neu							530 €	530 €
<b>Barwert</b>	<b>12.160 €</b>							

Jahr	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	...
Betriebskosten alt	1.825 €	1.825 €	1.825 €	1.825 €	1.825 €			
Investition					3.850 €			
Betriebskosten neu						530 €	530 €	530 €
<b>Barwert</b>	<b>11.748 €</b>							

Jahr	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	...
Betriebskosten alt	1.825 €							
Investition	3.850 €							
Betriebskosten neu		530 €	530 €	530 €	530 €	530 €	530 €	530 €
<b>Barwert</b>	<b>6.478 €</b>							

Die Laufzeitkongruenz ist durch Annuitäten gewährleistet.

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## 2 Investitionen - Ersatzinvestitionen IV (Beleuchtungssystem)



Differenzinvestition bestehende Anlage zu Variante B

Differenzinvestition	3.850 €
jährlich eingesparte Kosten	1.295 €
Amortisationszeit (Zins=0%)	3,0
Amortisationszeit (Zins=10%)	3,7
interne Verzinsung	32,5%
Barwert	4.974 €

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## 2 Investitionen - Das Glühlampenparadoxon I



**Ausgangslage:** Ein Festsaal ohne Fenster wird mit 500 Glühlampen je 100 W beleuchtet. Die Glühlampen werden einmal pro Jahr ausgewechselt. Für den nächsten Wechsel liegen noch 500 Glühbirnen auf Lager.

**Frage:** Glühbirnen auswechseln oder Energiesparlampen kaufen und Glühbirnen entsorgen?

Beleuchtungsdauer:	1.500 Std./Jahr	
Strompreis:	10 €ct/kWh	
	<b>Glühbirnen</b>	<b>Energiesparlampe</b>
Strombedarf pro Jahr:	75.000 kWh	15.000 kWh
Preis	-	5 € pro Lampe
Wechselkosten pro Jahr: <sup>1</sup>	200 €	50 €

1) anteilig, da Energiesparlampen 4 Jahre genutzt werden

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## 2 Investitionen - Das Glühlampenparadoxon II



### Statische Berechnung ohne Zinsen

	Glühlampen aufbrauchen	Energie- sparlampen
Kauf Energiesparlampen <sup>1</sup>	0 €/a	0,25 * 2.500 €/a
Wechselkosten <sup>1</sup>	200 €/a	50 €/a
<u>Stromkosten</u>	<u>7.500 €/a</u>	<u>1.500 €/a</u>
<b>Summe</b>	<b>7.700 €/a</b>	<b>2.175 €/a</b>

1) anteilig, da Energiesparlampen 4 Jahre genutzt werden

**Fazit: Die Glühlampen zu entsorgen ist wesentlich wirtschaftlicher als sie zu nutzen!**

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## Überblick



- 1 Methoden
- 2 Investitionen
- 3 **Unsicherheiten und Systemabgrenzung**
- 4 Zusammenfassung
- 5 Berechnung mit Tabellenkalkulation

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

### 3 Unsicherheiten und Systemabgrenzung – Quantifizierung der Kosten und Nutzen



- Investitionen in die Energieeffizienz sind in aller Regel weniger risikoreich als Investitionen in Produktionsmittel, da der Energiebedarf unterproportional auf Produktionsschwankungen reagiert.
- Energiepreise: Testen der Wirtschaftlichkeit der Investition durch Sensitivitätsanalysen (rechnen mit unterschiedlichen Energiepreisen)
- später eingesparte Systemkosten (z.B. kleinerer Kessel, Kompressor, weniger Kühlleistung?)
- begleitende Zusatznutzen (z.B. bessere Produktqualität, Lärmschutz, höhere Arbeitsproduktivität) häufig schwer in Geldwerte zu fassen

---

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## Überblick



- 1 Methoden
- 2 Investitionen
- 3 Unsicherheiten und Systemabgrenzung
- 4 **Zusammenfassung**
- 5 Berechnung mit Tabellenkalkulation

---

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## 4 Zusammenfassung



- **Amortisationszeit:**
  - **Risikomaß, wann Kapital zurückgeflossen ist, kein Rentabilitätsmaß**
  - **Investitionen mit langen Nutzungsdauern (größer 6 Jahre) werden bei einer geforderten Amortisationszeit von drei oder weniger Jahren systematisch verworfen (bei Verzinsungen zwischen 10 und 24 %)**
- **interner Zinssatz  $i^*$ :**  
**Ist der angenommene Kalkulationszinssatz deutlich kleiner als  $i^*$ , sollte die Investition durchgeführt werden.**
- **Barwert:**  
**benötigt die meisten Vorabinformationen, liefert aber mit dem heutigen Wert des erwarteten Gewinns die aussagekräftigste Größe**

---

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## Überblick



- 1 Methoden
- 2 Investitionen
- 3 Unsicherheiten und Systemabgrenzung
- 4 Zusammenfassung
- 5 **Berechnung mit Tabellenkalkulation**

---

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## 5 Berechnung mit einer Tabellenkalkulation (Bsp. Excel)



- **Finanzmathematische Funktionen in Excel z. B. den Barwert:**

„=BW(Zins;Zr;Rmz;Zw;F)“

(Einfügen -> Funktion ... (Kategorie: Finanzmathematik))

mit: **Zins** = Zinssatz, mit der die Investition verzinst wird

**Zr** = Anzahl der Perioden, über die die Investition läuft  
(Nutzungsdauer)

**Rmz** = Höhe der konstanten jährlichen Kosteneinsparung durch die  
Investition

**Zw** = Restwert der Anlage nach der Nutzungsdauer (nur bei Verkauf)

**F** = Eingang der Zahlungen während der Periode  
(0 =Anfang, 1= Ende)

Barwert = Investition - **BW(Zins;Zr;Rmz;Zw;F)**

---

Klimaschutz durch Energieeffizienz – So rechnen Sie richtig!  
Augsburg, 5. Juni 2008

## Wie kommt das Neue in die Welt?

### Warum es schwerfällt, was dran gut ist, warum es notwendig ist

**Prof. Dr. Michael Bordt SJ, Hochschule für Philosophie in München**

Entscheidungen in Unternehmen folgen in den meisten Fällen den Regeln einer Kosten-Nutzen-Analyse. Selbst dann, wenn die Faktoren, die in eine derartige Analyse eingehen, im Einzelfall schwierig zu ermitteln und in der Firma selbst umstritten sein mögen, so herrscht doch ein Konsens, dass diejenige Entscheidung richtig ist, bei denen der Nutzen, d.h. konkret der zu erwartende Gewinn, am größten und die dafür aufgewendeten Kosten am geringsten sind.

Daran ist zunächst einmal prinzipiell nichts problematisch. Wenn sich ein Unternehmen allerdings ausschließlich an den Regeln einer derartigen Kosten-Nutzen-Analyse orientiert, wird es kaum motiviert sein, Energieeffizienz als eine Zielvorgabe des Unternehmens einzuführen. Der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten ist nach wie vor niedrig. Gewinnsteigerungen durch ein mehr an Umsatz sind zudem weitaus attraktiver und höher angesehen als solche, die durch Kostensenkungen entstehen. Die drohenden Klimaszenarien sind nach wie vor in dem Sinn abstrakt, dass sie noch nicht zu handlungsleitenden Motivationen führen. Zudem ist unklar, welchen Nutzen es hat, sich als einzelner Haushalt oder einzelnes Unternehmen um Energiesparmaßnahmen zu bemühen, wenn andere nicht mitmachen. Was bringt es also, sich für Energieeffizienz einzusetzen?

Im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Analyse lässt sich Energieeffizienz tatsächlich kaum oder nur sehr artifiziell begründen. Aber Unternehmen sind mehr als soziale Gebilde, die Gesichtspunkten von Kosten und Nutzen gehorchen. Ein Argument dafür ist, dass in einem Unternehmen Menschen einen nicht geringen Teil ihres Lebens verbringen. Die in einem Unternehmen arbeitenden Menschen orientieren sich aber in ihrem eigenen Leben und der Einstellung zu ihrer Arbeit (und damit auch zu ihrem Unternehmen) nur sehr selten an Kosten-Nutzen-Erwägungen. Selbst dann, wenn über Gehaltsvorstellungen usw. Aspekte einer Kosten-Nutzen-Analyse in die Frage danach, ob man einen Arbeitsplatz annimmt oder nicht, eingehen, so sind andere Fragen doch ebenso mit entscheidend: Fragen nach dem Betriebsklima unter den Kolleginnen und Kollegen, Entscheidungsstrukturen innerhalb der Firma, die Möglichkeit, zu gestalten und Verantwortung zu übernehmen, der Bedeutung der von dem Unternehmen hergestellten Produkte usw. Alle diese Aspekte betreffen die Identifikation des Mitarbeiters mit dem Unternehmen und damit auch die Effizienz des Unternehmens selbst. Der arbeitende Mensch lässt sich nicht auf einen *homo oeconomicus* reduzieren.

Einer Lohnarbeit nachzugehen ist Teil eines umfassenderen Lebensplans, der seinerseits auf komplexe Fragen eine Antwort geben soll, Fragen, die die Art und Weise betreffen, wie man sein Leben verbringen möchte, welche Beziehungen man eingehen möchte, welchen Stellenwert die Arbeit im eigenen Leben haben soll und vor allem, welche Art von Mensch man sein möchte. Es gibt sicherlich eine verbreitete Auffassung, ein Mensch lebe eigentlich außerhalb der Arbeit, die Arbeit selbst sei nicht Teil des eigenen Lebens, der eigenen Wertvorstellungen usw., Eine solche Auffassung liegt beispielsweise dem Begriff der ‚life-work-balance‘ zu Grunde. der Begriff suggeriert, dass ‚work‘ kein Teil von ‚life‘ sei, dass das Leben nur das Privatleben eines Menschen beträfe, der einen guten Ausgleich zwischen seinem Leben und der Arbeit herstellen müsse.

Diese Auffassung übersieht, dass ein Mensch seine eigenen Auffassungen vom gelungenen Leben mit in das Unternehmen hineinbringt. Innerhalb eines derartigen Rahmens lässt sich verstehen und erklären, warum sich Unternehmen für Energieeffizienz entscheiden. Es geht darum, in einem Betrieb zu arbeiten, der sich an Werten orientiert, mit denen man sich identifiziert. Diese Identifikation der Mit-

arbeiter auch auf dieser Wertebene ist für das Unternehmen ein entscheidender Faktor für die Motivation der Mitarbeiter an der Arbeit und damit auch für den zu erwartenden Gewinn.

Die Frage nach Energieeffizienz muss also, wenn sie sinnvoll angegangen werden soll, in einen umfassenderen Rahmen eingebettet sein als den der ökonomischen Kosten-Nutzen-Analyse. Diesen umfassenden Rahmen im Blick zu haben ist vor allem dann wichtig, wenn die Umsetzung von energieeffizienten Maßnahmen im Unternehmen selbst in Frage gestellt wird. So wird beispielsweise standardmäßig darauf hingewiesen, dass Umweltschutz in erster Linie eine Aufgabe des Staates sei, dass der Mehrnutzen nicht deutlich werde, dass Deutschland sowieso bereits Vorreiter in Sachen Energieeffizienz sei und das es wenig Sinn habe, energieeffiziente Maßnahmen in Deutschland umzusetzen, wenn andere Länder nicht so ebensolchen Maßnahmen bereit seien. Diese Anfragen sind nur dann berechtigt, wenn man den Sinn von Arbeit und den Sinn eines Unternehmens auf die Kosten-Nutzen-Analyse reduziert. Wenn man allerdings den skizzierten weiteren Rahmen betrachtet, in dem die Mitarbeiter eines Unternehmens und ein Unternehmen selbst eingebettet sind, verlieren diese Anfragen jede Überzeugungskraft.

## Veränderungen – wie ein Unternehmer davon profitieren kann

### Helmut F. Schreiner, Schreiner Group GmbH & Co. KG

Die Schreiner Group ist ein inhabergeführtes, mittelständisches Familienunternehmen mit über 600 Mitarbeitern und rund 100 Mio. € Umsatz. Entwickelt, gestaltet und produziert werden v. a. selbstklebende Produkte für die verschiedensten Anwendungen.

Alles Denken und Tun bei Schreiner, wird unter dem Leitsatz der vier Unternehmenswerte Innovation, Qualität, Leistungskraft und Freude gesehen. Ziel ist die Positionierung als innovativer, leistungsstarker Qualitätslieferant, mit dem die Zusammenarbeit Freude macht.

Darüber hinaus versteht sich die Schreiner Group als positiver Faktor in der Gesellschaft. Dies findet seinen Ausdruck z. B. in der Schaffung von Arbeits- und Ausbildungsplätzen, im Ausbau des Exportanteils, und auch in der Übernahme von Leadership in Sachen Umweltschutz. Aus tiefster Überzeugung heraus werden umweltbewusstes Denken und Handeln im Unternehmen gefördert und über die geltenden Vorschriften hinaus ausgebaut. Alle Mitarbeiter sind dazu aufgerufen, sich täglich und aktiv als Freunde der Umwelt zu beweisen. Dieser Anspruch wird u. a. durch Aushänge der Umweltphilosophie und der Umweltschutzziele im Arbeitsalltag stets präsent gehalten.

Ein Hauptpunkt des Strebens der Schreiner Group ist die Einsparung von Energie. Durch verschiedene Optimierungsmaßnahmen konnte der Energieverbrauch in den letzten Jahren kontinuierlich gesenkt werden.

So wird beispielsweise zur Klimatisierung der über 40.000 m<sup>2</sup> Betriebsfläche Grundwasser genutzt, das anschließend wieder zugeführt wird. Die Anfangsinvestitionen sind hoch, durch die Grundwassernutzung können jedoch herkömmliche Energieträger fast vollständig eingespart werden. Die zum Hochpumpen des Wassers eingesetzte elektrische Energie bringt die 12-fache Menge an Kühlleistung.

Weitere Beispiele für Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz:

- Aus der Raumluft werden etwa 70 % der Wärmeenergie zurück gewonnen und stehen so wieder zur Erwärmung der frisch eingeführten Luft zur Verfügung.
- Durch intelligent gesteuerte Innen- und Außenjalousien wird im Sommer das Aufheizen der Räume verhindert.
- In der Produktion konnte durch die Umstellung von Heißluft- auf UV-Trockner elektrische Energie eingespart werden.
- Die ständige Modernisierung der Fertigungsprozesse führt zu einer laufenden Verbesserung der Energiebilanz.

Unter dem Titel „Verantwortung für Umwelt und Gesellschaft“ werden das Bekenntnis und der Beitrag der Schreiner Group zum Umweltschutz jährlich zusammengestellt. Die Ergebnisse ermutigen, auf diesem Weg engagiert weiterzugehen.

## Das Unternehmen

**schreiner**  
Group

- In 55 Jahren vom Spezialbetrieb zur High-Tech Group
- Zertifizierter Entwicklungspartner und Systemlieferant
- Inhabergeführt – unabhängig
- 100 Mio. Euro Umsatz
- Über 600 Mitarbeiter
- 40.000 m<sup>2</sup> Betriebsfläche
- In 33 Ländern vertreten



A collage of five photographs showing different Schreiner Group buildings. The top right photo shows a large, modern building with a glass facade and several flags (German, Austrian, and others) flying in front. Below it are four smaller photos showing various other industrial or office buildings, some with the Schreiner logo on the facade.

## Konzentrierte Kompetenz

**schreiner**  
Group

**schreiner** ProTech  
Kennzeichnungen und Funktionsbauteile

**schreiner** MediPharm  
Produkte für Medizin und Pharma

**schreiner** ProSecure  
Lösungen für Originalitäts- und Wertschutz

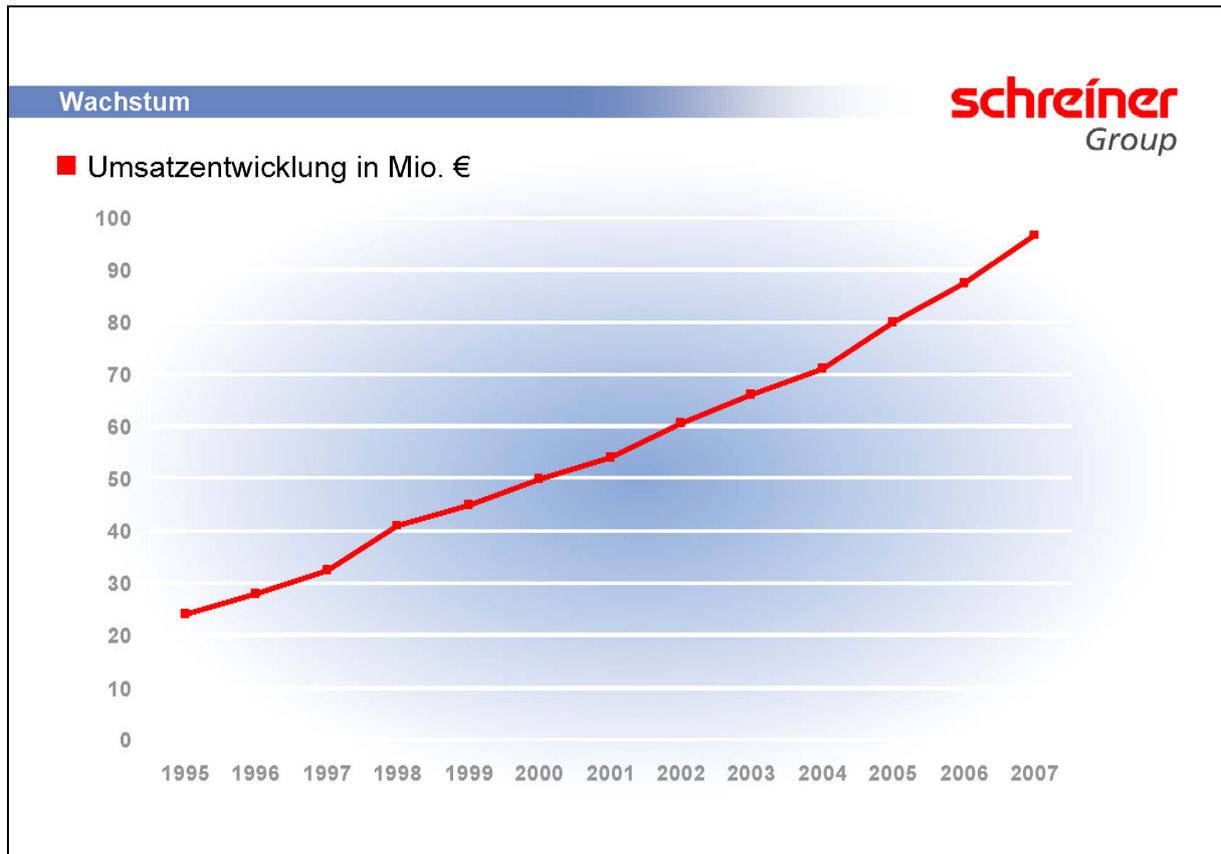
**schreiner** Group  
Spezialisten im Verbund

**schreiner** LogiData  
Logistiklösungen von Code bis Transponder

**schreiner** VarioLight  
Leuchtsysteme mit Elektrolumineszenz

**schreiner** Systeme  
Hardware, Software, Service

**schreiner** Etiketten  
Ideen, die haften bleiben



**schreiner**  
Group

### Unsere Philosophie zum Umweltschutz

Wir verstehen praktizierten Umweltschutz als absolute Notwendigkeit für die Entwicklung unserer Gesellschaft und Sicherung unserer Zukunft.

Aus voller Überzeugung fördern wir deshalb umweltbewusstes Denken und Handeln.

Alle Mitarbeiter sind aufgerufen, sich täglich als Freunde unserer Umwelt zu beweisen.

Eine Ökobilanz veranschaulicht unsere erreichten Ergebnisse und gibt uns Impulse für neue Ziele.

Unsere Ökobilanz beweist, dass Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit kein Widerspruch sind.

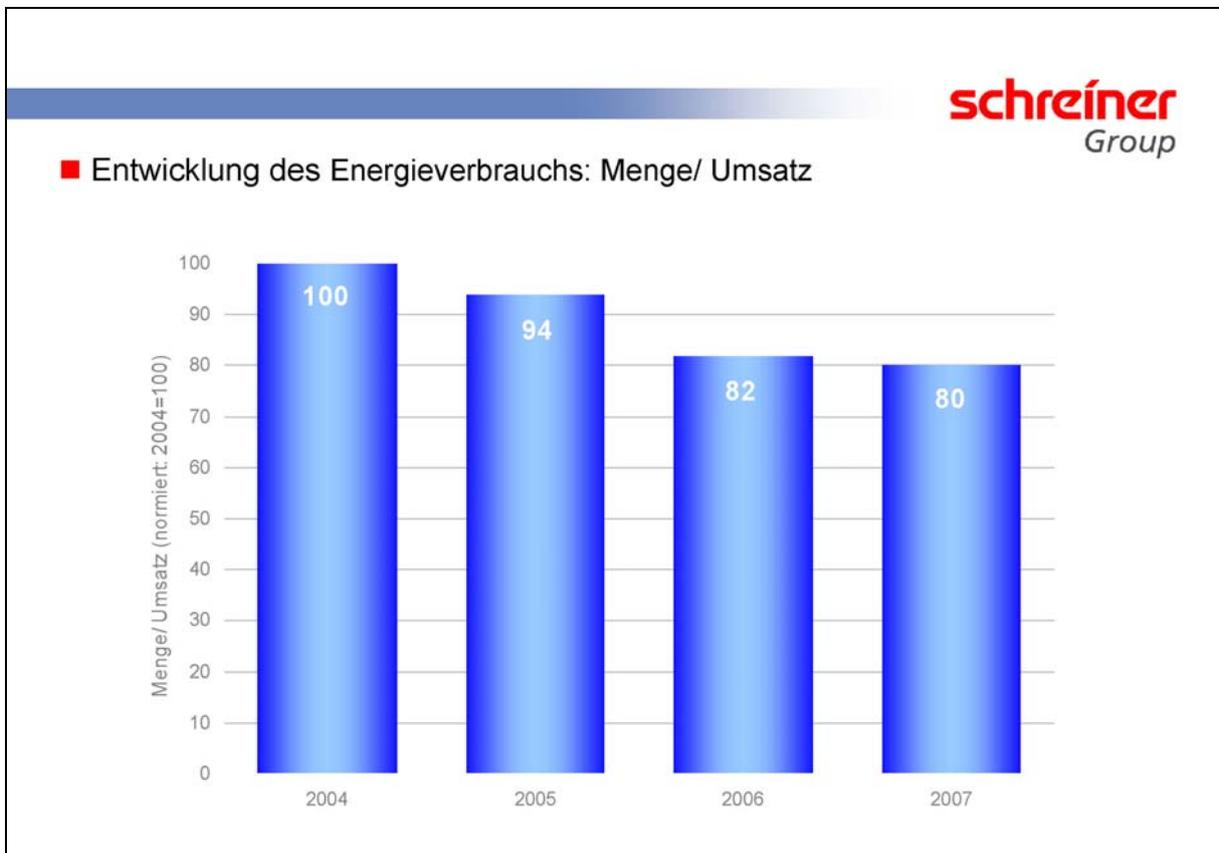
Schreiner steht für Innovation, Qualität, Leistungskraft und Freude.

**schreiner**  
Group

### Umwelt- und Arbeitsschutzziele 2008

Über Umwelt- und Arbeitsschutzziele Verschwendungen und Gefährdungen abbauen

- Reduzierung des Abfallanteils bei der Produktherstellung um 3%
- Reduzierung des Energieverbrauchs um 3% über die Optimierung der Produktionsprozesse und Anlagen
- Reduzierung der Unfallquote um 5% durch Stärken des Sicherheitsbewusstseins
- Verwendung von umwelt- und sicherheitsgerechten Roh- und Hilfsstoffen
- Entwickeln von Produkten, die dem nachhaltigen Wirtschaften gerecht werden



## Tagungsleitung / Referenten

Prof. Dr.-Ing. Göttle  
Präsident  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71–50 01  
E-Mail: [Albert.Goettle@lfu.bayern.de](mailto:Albert.Goettle@lfu.bayern.de)

Barbara Thome  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71–50 07  
E-Mail: [Barbara.Thome@lfu.bayern.de](mailto:Barbara.Thome@lfu.bayern.de)

Dr. Patrick Illinger  
Süddeutsche Zeitung  
Sendlinger Str. 8  
80331 München  
Tel.: (089) 21 83–4 08  
E-Mail: [Patrick.Illinger@sueddeutsche.de](mailto:Patrick.Illinger@sueddeutsche.de)

Prof. Dr. Michael Bordt SJ  
Rektor der Hochschule für Philosophie in  
München  
Kaulbachstrasse 31a  
80539 München  
Tel.: (0 89) 23 86–23 10  
E-Mail: [mbordt@hfph.mwn.de](mailto:mbordt@hfph.mwn.de)

Dr.-Ing. Harald Bradke  
Leiter Competence Center Energiepolitik und  
Energiesysteme, Fraunhofer Institut für System-  
und Innovationsforschung  
Breslauer Str. 48  
76139 Karlsruhe  
Tel.: (0721) 68 09–1 53  
E-Mail: [Harald.Bradke@isi.fraunhofer.de](mailto:Harald.Bradke@isi.fraunhofer.de)

Alexander Gundling  
Monika Kees  
IHK für Augsburg und Schwaben  
Stettenstraße 1+3  
86150 Augsburg  
Tel.: (08 21) 31 62–2 65  
E-Mail: [monika.kees@schwaben.ihk.de](mailto:monika.kees@schwaben.ihk.de)

Max Lohrmann  
A&R Carton GmbH  
Föllstraße 16  
86343 Königsbrunn  
Tel.: (0 82 31) 9 99–365  
E-Mail: [Max.Lohrmann@ar-carton.com](mailto:Max.Lohrmann@ar-carton.com)

Karl Pirsch  
Eine Welt Handel AG  
Turmgasse 52  
A-8700 Leoben  
Tel.: (+43) (38 42) 83 468  
E-Mail: [office@eine-welt-handel.at](mailto:office@eine-welt-handel.at)

Helmut F. Schreiner  
Schreiner Group GmbH & Co. KG  
Bruckmannring 22  
85764 Oberschleißheim  
Tel.: (0 89) 3 15 84–55 19  
E-Mail: [schreiner@schreiner-group.de](mailto:schreiner@schreiner-group.de)

Matthias Voigtmann  
Energy Consulting Allgäu  
Heisinger Straße 12  
87437 Kempten  
Tel.: (08 31) 57 58–1 21  
E-Mail: [info@energy-consulting-allgaeu.de](mailto:info@energy-consulting-allgaeu.de)

Dr. Peter Zerle  
Mitarbeiter beim Sachverständigenrat für Um-  
weltfragen, Universität Augsburg  
Universitätsstraße 16  
86159 Augsburg  
Tel.: (08 21) 5 98–40 63  
E-Mail: [Peter.Zerle@wiwi.Uni-Augsburg.de](mailto:Peter.Zerle@wiwi.Uni-Augsburg.de)

### Workshop 1:

Moderation:  
Dr. Norbert Ammann  
IHK für München und Oberbayern  
Max-Joseph-Str. 2  
80333 München  
Tel.: (0 89) 51 16–3 92  
E-Mail: [Ammann@muenchen.ihk.de](mailto:Ammann@muenchen.ihk.de)

Wolfgang Böhm  
Energieagentur Oberfranken  
Kressenstein 19  
95326 Kulmbach  
Tel.: (0 92 21) 82 39–11  
E-Mail: [Boehm@energieagentur-oberfranken.de](mailto:Boehm@energieagentur-oberfranken.de)

Max Lohrmann  
A&R Carton GmbH  
Föllstraße 16  
86343 Königsbrunn  
Tel.: (0 82 31) 9 99–365  
E-Mail: [Max.Lohrmann@ar-carton.com](mailto:Max.Lohrmann@ar-carton.com)

**Workshop 2:**

Moderation:

Barbara Thome  
Michael Schneider  
Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71–50 07  
E-Mail: [Barbara.Thome@lfu.bayern.de](mailto:Barbara.Thome@lfu.bayern.de)

Matthias Voigtmann  
Energy Consulting Allgäu  
Heisinger Straße 12  
87437 Kempten  
Tel.: (08 31) 57 58–1 21  
E-Mail: [info@energy-consulting-allgaeu.de](mailto:info@energy-consulting-allgaeu.de)

**Workshop 3:**

Moderation:

Pablo Schindelmann  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Dienststelle Hof  
Hans-Högn-Str. 12  
95030 Hof  
Tel.: (0 92 81) 18 00–46 82  
E-Mail: [pablo.schindelmann@lfu.bayern.de](mailto:pablo.schindelmann@lfu.bayern.de)

Dr. Josef Hochhuber  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (0821) 90 71–52 39  
E-Mail: [Josef.Hochhuber@lfu.bayern.de](mailto:Josef.Hochhuber@lfu.bayern.de)

Prof. Dr. Claus Kahlert  
Ing.-Büro ebök  
Postfach 1350  
72003 Tübingen  
Tel.: (0 70 71) 93 94–19  
E-Mail: [Claus.Kahlert@eboek.de](mailto:Claus.Kahlert@eboek.de)

Dr. Helmut Poppe  
Poppe\*Prehal Architekten ZT GmbH  
Direktionsstraße 15  
A – 4400 Steyr  
Tel.: (+43) (72 52) 7 01 57–18  
E-Mail: [helmut.poppe@poppeprehal.at](mailto:helmut.poppe@poppeprehal.at)

**Workshop 4:**

Moderation:

Vera Linckh  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71–52 12  
E-Mail: [Vera.Linckh@lfu.bayern.de](mailto:Vera.Linckh@lfu.bayern.de)

Dirk Köwener  
BSR-Sustainability GmbH  
Königsberger Str. 2H  
76139 Karlsruhe  
Tel.: (07 21) 9 15 26 36-22  
E-Mail: [D.Koewener@bsr-sustainability.de](mailto:D.Koewener@bsr-sustainability.de)