

BASF – Ihr Partner für ökonomische und ökologische Sanierung



Finden der optimalen Lösung !

ökonomische Aspekte bei der Sanierung

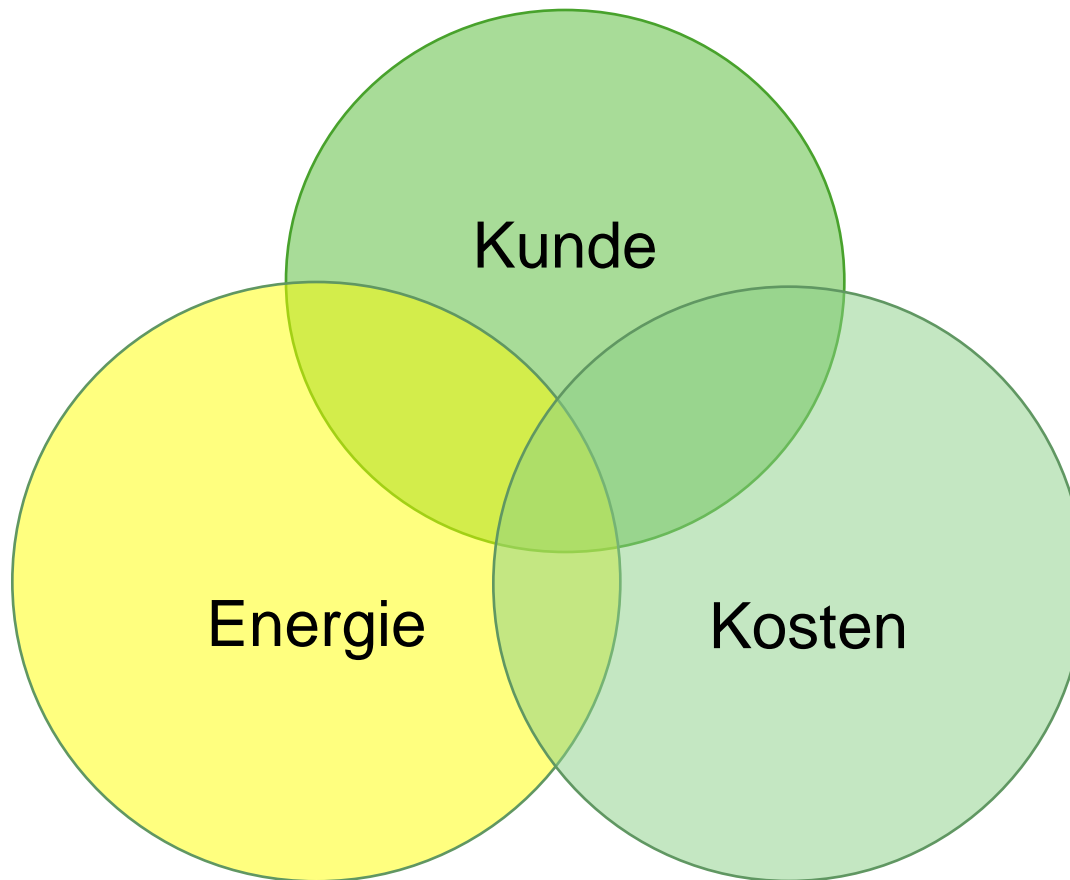


BASF Kompetenz - Erfahrung in Energieeffizienz seit über 10 Jahren !



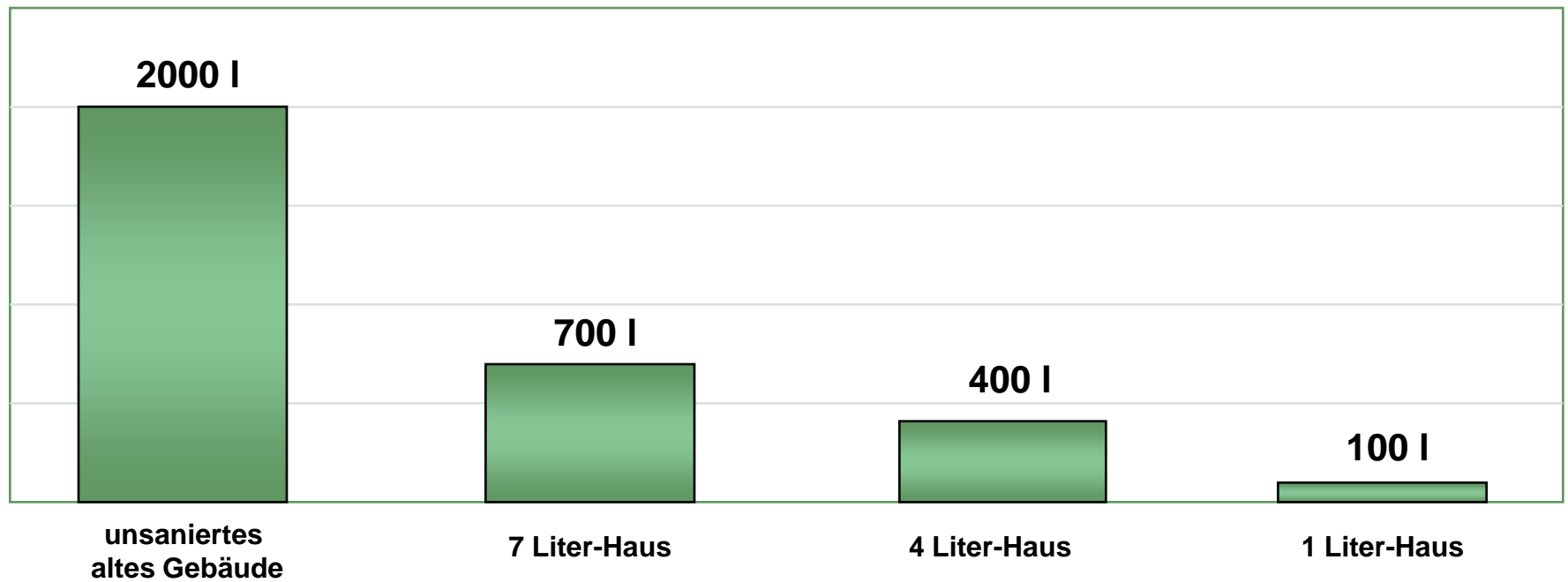
- 1999 - Beginn mit den ersten Sanierungen in Ludwigshafen
Altbau von 22-Liter auf 9-Liter-Niveau saniert
- 2001 - Erstes "3-Liter-Haus im Bestand" als Pilotprojekt verwirklicht
- 2002 - Verbesserung der Sanierung auf 7-Liter-Niveau
- 2004 - Verbesserung der Sanierung auf 5-Liter-Niveau
- 2005 - Pilotprojekt "Innendämmung Denkmalschutz"
- 2006 - Gründung des eigenen Ingenieurbüros "LUWOGEconsult "
- 2007 - Einweihung Pilotprojekt "Ein-Liter-Häuser"
- 2007 - Einweihung Pilotprojekt "Null-Heizkosten-Haus"
- 2009 - Unterstützung durch "Energie-Spezialisten" von Ort

Denken in drei Dimensionen

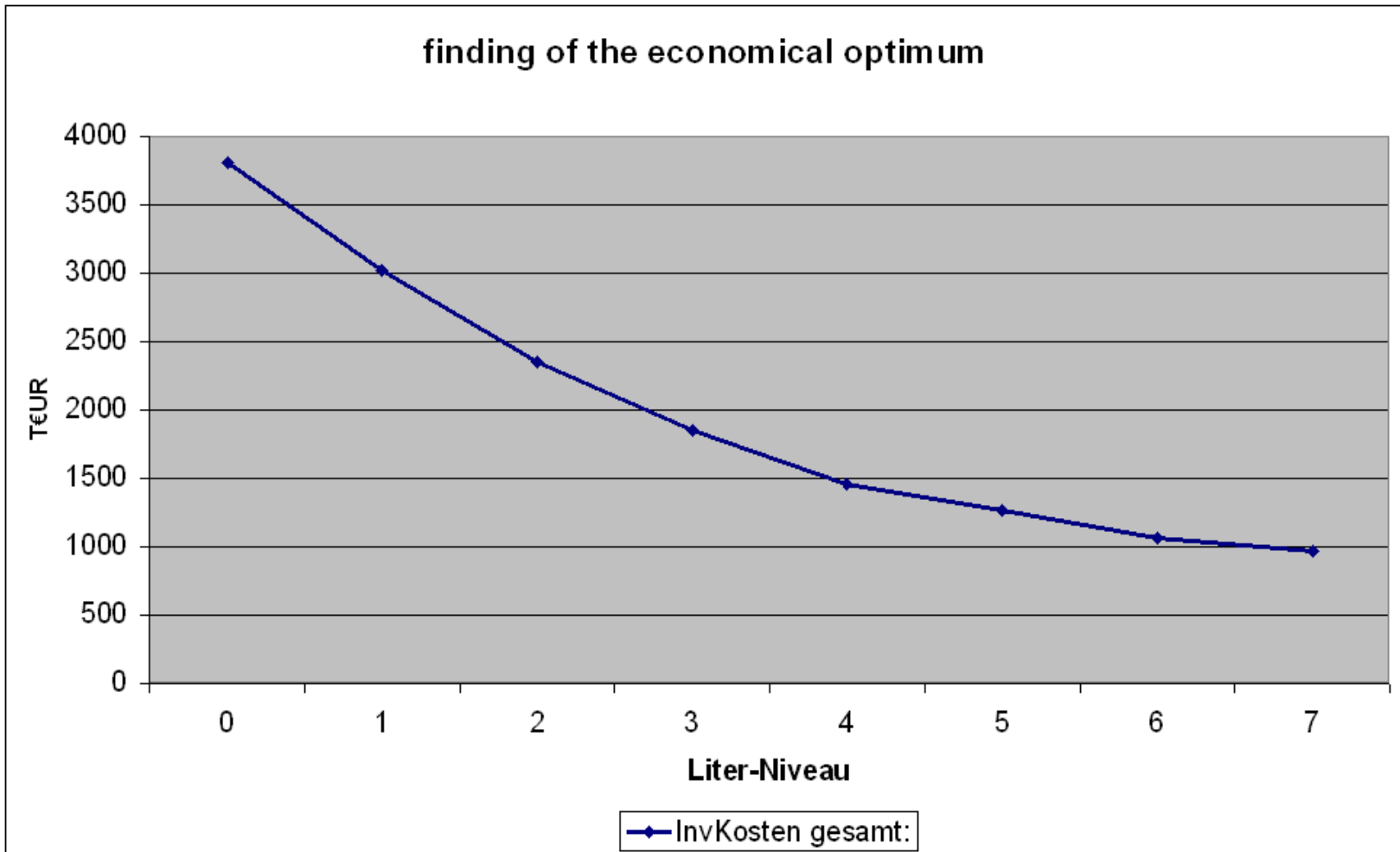


Consulting³ = CO³

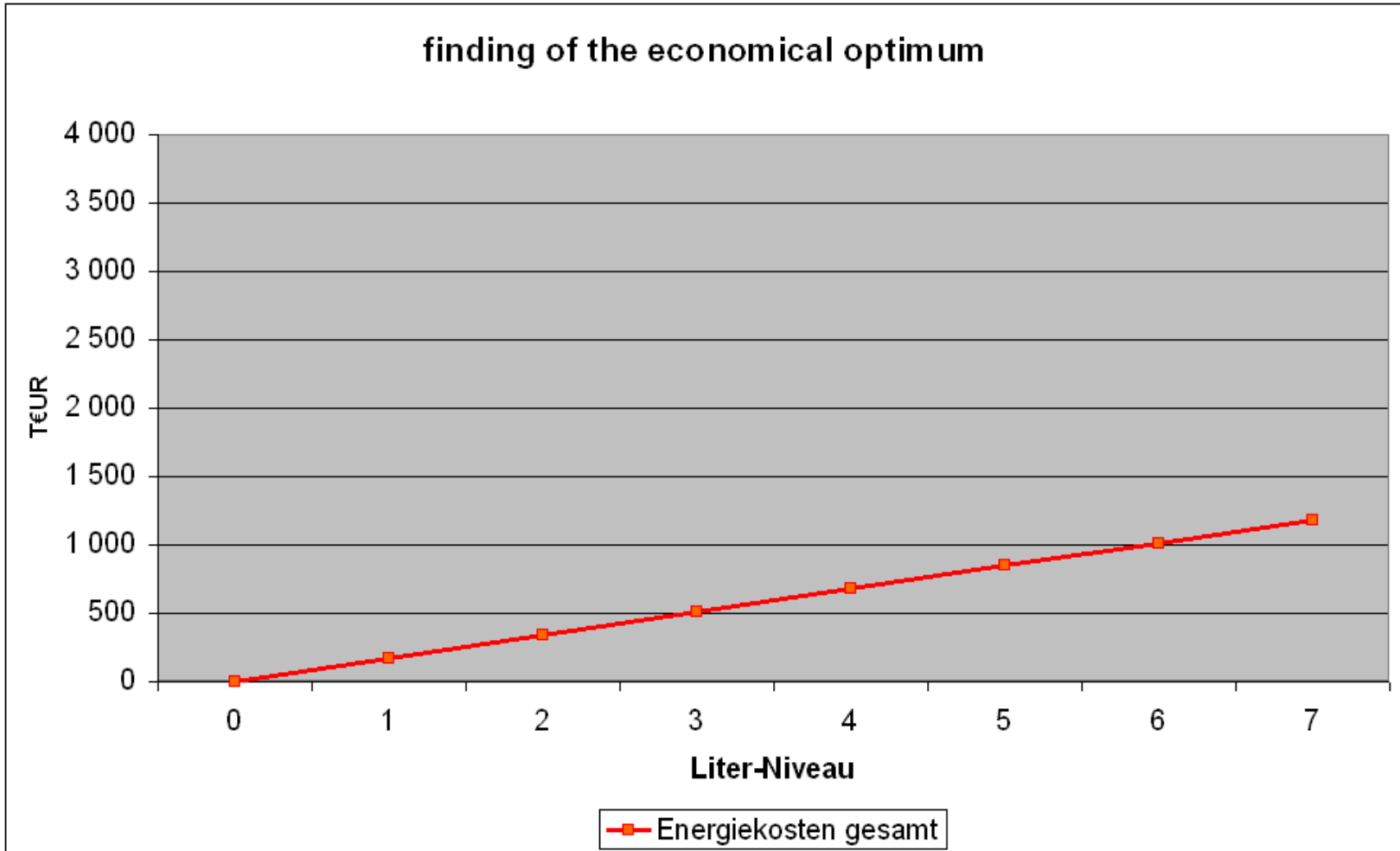
am Beispiel eines 100m²- Apartments – gerechnet über ein Jahr



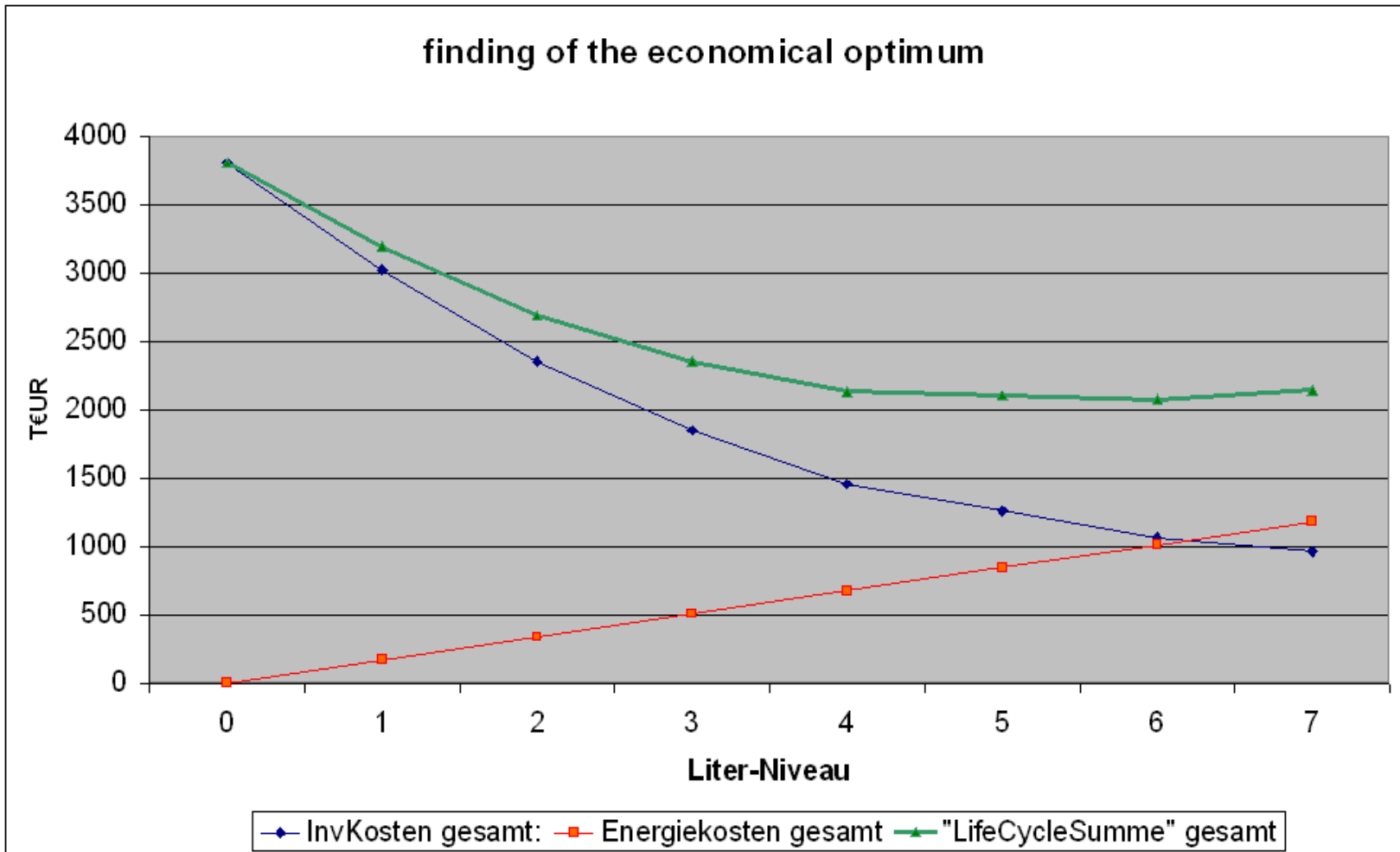
Sanierungskosten, abhängig vom sanierten Energie-Niveau



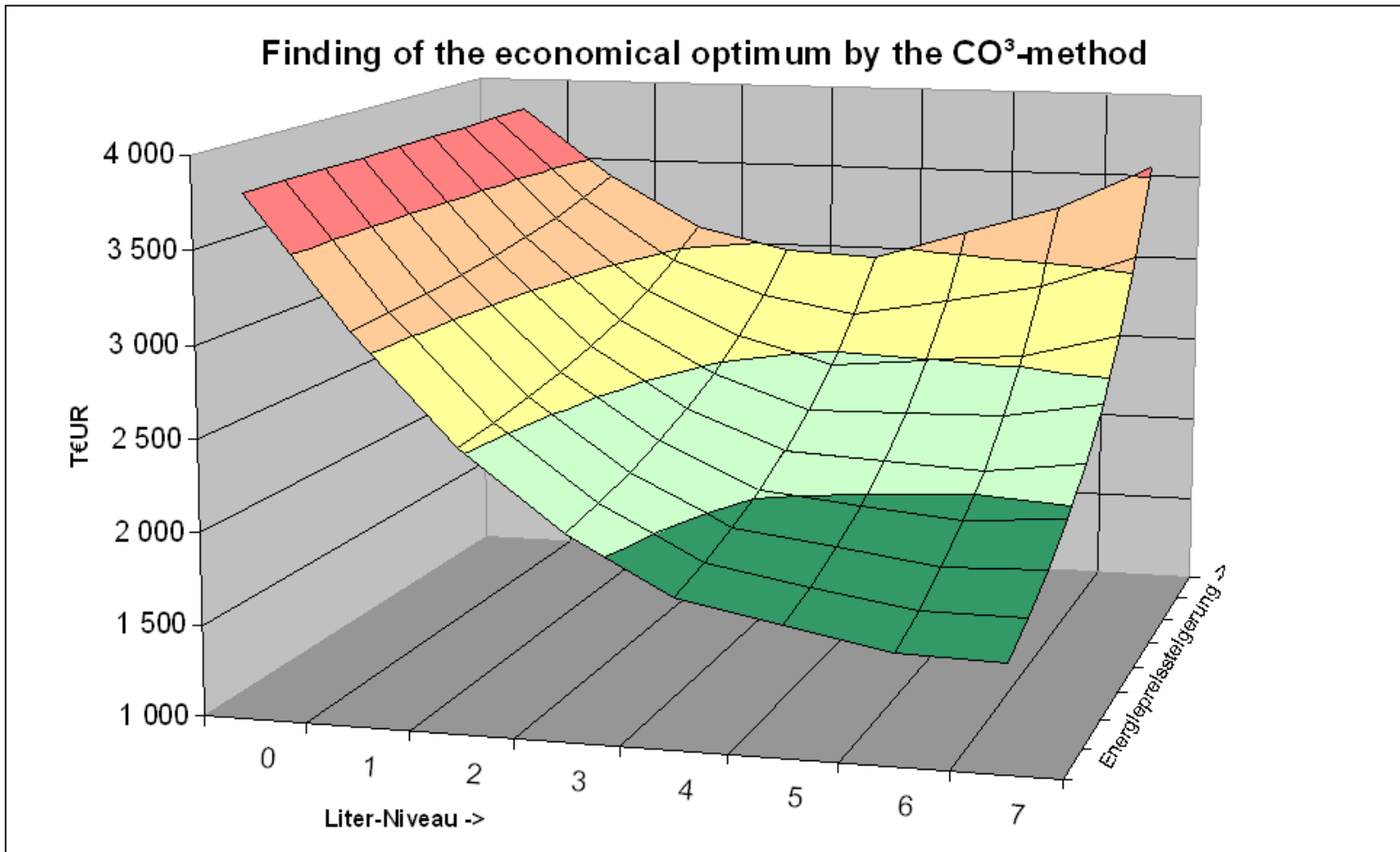
Energiekosten (der nächsten 25 Jahre), abhängig vom sanierten Energie-Niveau



Gesamtkosten (der nächsten 25 Jahre), abhängig vom sanierten Energie-Niveau



Gesamtkosten (der nächsten 25 Jahre), in Abhängigkeit der Energiepreissteigerungen



BASF Konzept --> neu !

Finden der optimalen Dämmschichtdicke

Schlüssel zum Erfolg ist eine gute Gebäudedämmung, denn Energie, die nicht verloren geht, muss auch nicht produziert werden !

- Dach
- Wand
- Fenster
- Bodenplatte / Kellerdecke
- Perimeterdämmung

kombiniert mit effizienter Haustechnik können somit die Energieverbräuche und die Emissionen minimiert werden !

Finden der optimalen Dämmschichtdicke pro Bauteil

Die Gesamtkosten die ein Bauteil z.B. über die nächsten 20 Jahre verursacht, sind als rein physikalische Funktionen der Investkosten und der laufenden Betriebskosten darstellbar:

- **Gesamtkosten (G) = Investkosten (I) + Energiekosten (E)**
- über einen Betrachtungshorizont ergibt sich:
--> **G = I (sofort) + E (20 Jahre)**

Finden der optimalen Dämmschichtdicke pro Bauteil

Die Investkosten (**I**) sind als Preisfunktion über die Dämmschichtdicke **d** darstellbar:

■ das Ergebnis ist somit eine **Linearfunktion**: **$I(d) = a * d$**

[a = Preis für 1 m² Wärmedämmverbundsystem pro cm Dämmschichtdicke d]

(das heißt, die Investkosten **I** steigen linear mit zunehmender Dämmschichtdicke **d** an)

Finden der optimalen Dämmschichtdicke pro Bauteil

Die Energiekosten (E) sind als Gleichung über den Wärmeverlust (Q) des Bauteiles multipliziert über die Jahre berechenbar:

- $E = 20 \text{ Jahre} * Q * b$

[b = als Variable b gehen die Brennstoffkosten in die Berechnung ein !]

- $Q = U_{\text{Bauteil}} * A_{\text{Bauteil}} * \Delta T * \text{Vollaststunden}$

[mit $A_{\text{Bauteil}} = 1 \text{ m}^2$

und ΔT sowie die **Vollaststunden** der Heizperiode je nach **Klima des Standortes**]

- der **U-Wert** des Bauteiles ist jedoch mit λ / d reziprok abhängig von der Dämmschichtdicke d (= sogenannte Kehrwertfunktion)

- das Ergebnis ist somit eine **Hyperbelfunktion**: $E(d) = b / d$

(das heißt, die Energiekosten E sinken mit steigender Dämmschichtdicke d)

Finden der optimalen Dämmschichtdicke pro Bauteil

Setzt man die gefundenen physikalischen Gesetzmäßigkeiten in die erste Formel für "G" ein, ergibt sich Folgendes:

$$\begin{aligned} \blacksquare \text{ Gesamtkosten } G(d) &= I(d) + E(d) \\ &= a * d + b / d \end{aligned}$$

die Grafik für diese Funktion sehen Sie auf der nächsten Folie :

Finden der optimalen Dämmschichtdicke pro Bauteil --> Wand

climate of the object
component part:
energyprice at the beginning

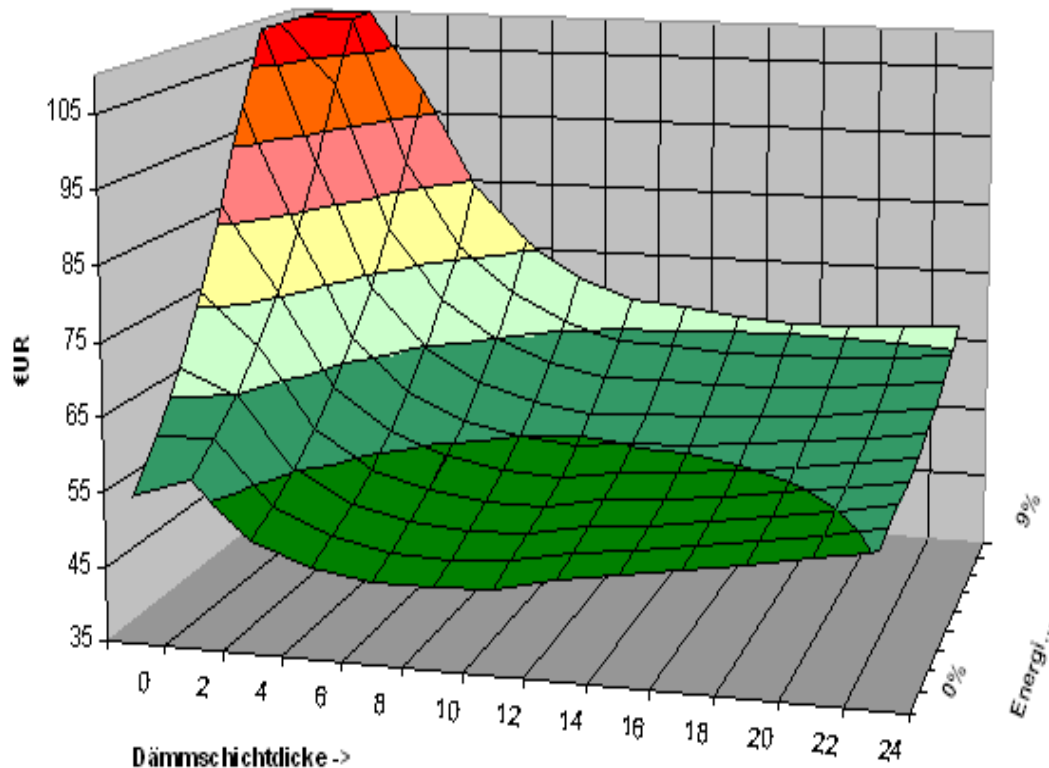
Poland
wall
4,5 ctk/kWh

surface of the component-part
lowest temperature in winter:
u-value of naked component-part

1 m²
-10 °C
1,40 W/m²K

Nutzung in Heizperiode Beheizungsdauer: 1500 h
Betrachtungszeitraum 20 a

Finding of the economical optimum by the CO3-method (CPM)



Finden der optimalen Dämmschichtdicke pro Bauteil

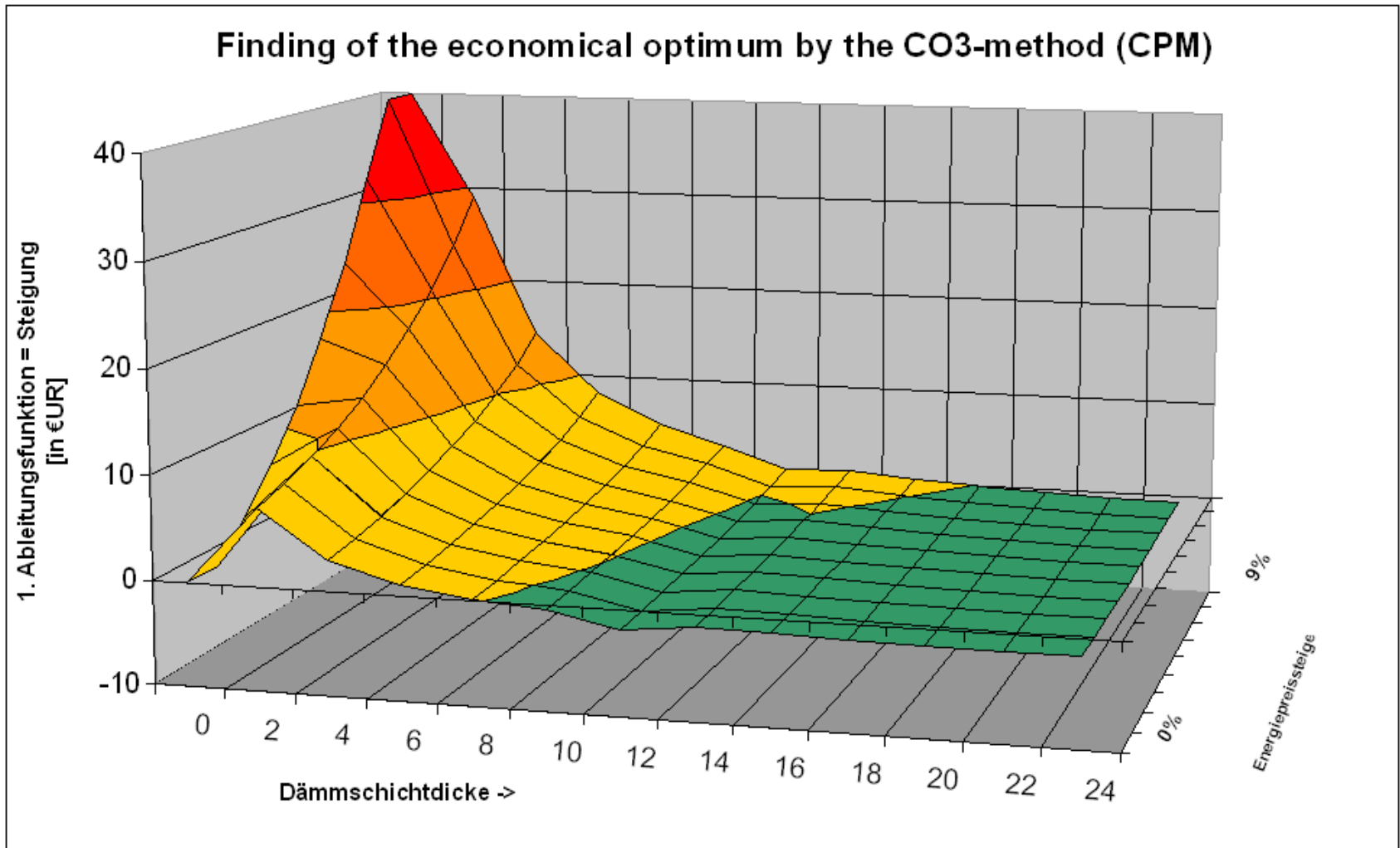
aus der Differentialrechnung wissen wir nun aber, dass eine mathematische Funktion $f(x)$ ihr Extremum (= hier Optimum) dort besitzt, an der die erste Ableitung $f'(x) = \text{Null}$ wird.

- Somit bilden wir also von $G(d)$ die **erste Ableitung**:

$$\text{--> } G'(d) = a - b / d^2$$

die Grafik für diese Funktion sehen Sie auf der nächsten Folie :

Finden der optimalen Dämmschichtdicke pro Bauteil --> z.B. Wand



Finden der optimalen Dämmschichtdicke pro Bauteil --> z.B. Wand

in der vorigen Folie können wir erkennen, dass mit steigenden Energiepreisen, die Steigung (also der Benefit) erst bei größeren Dämmschichtdicken negativ wird.

- Das Highlight ist nun, die Ableitungsfunktion nach der Dämmschichtdicke "d" aufzulösen:

$$G'(d) = a - b / d^2$$

$$\text{--> } d = \sqrt{b/a}$$

und das heißt nichts anderes als $d = \sqrt{\frac{\text{Energiekosten}}{\text{Investkosten}}}$

Finden der optimalen Dämmschichtdicke pro Bauteil --> z.B. Wand

Somit kann das bei physikalische Optimum bei den aktuellen Energiepreisen explizit fundiert ausgerechnet werden:

mit $d = \sqrt{\frac{b}{a}}$

und Energiekosten $b = 0,06 \text{ €/kWh}$ (= 6,0 ct/kWh)

und Investkosten von $a = 3 \text{ €/m}^2$ und cm Dämmschichtdicke

--> $d = \sqrt{\frac{0,06}{3,0}} \text{ m}^2$

--> **$d = 0,141 \text{ m} = 14,1 \text{ cm} !$**

diese Berechnung kann dann mit den spezifischen Kosten der anderen Bauteile für Dach, Kellerdecke etc. wiederholt werden !

Übertragung des Know-Hows auf andere Gebäudetypen in ganz Europa

Das gewonnene Know-How wird mittlerweile auch für andere Gebäudetypen angepasst:

- Ein- und Mehrfamilienhäuser
- Plattenbauten
- Schulen & Kindergarten
- Hallen & Industriegebäude ...

auch werden die Gebäude lokal an die Gegebenheiten angepasst:

- lokales Klima (noch beschränkt auf Europa)
- Sonneneinstrahlung
- lokale Baupreise

BASF - Ihr Partner für Energieeffizienz



- sehr geringer Leerstand
- hohe Attraktivität
- keine Nebenkosten mehr !

BASF - energy consultant

Dipl.-Ing. (FH) Roland Leuck
energetical concepts

Prievozska 2
821 09 Bratislava
Slovensko