

Wirtschaftlichkeit energiesparender Maßnahmen im Bestand

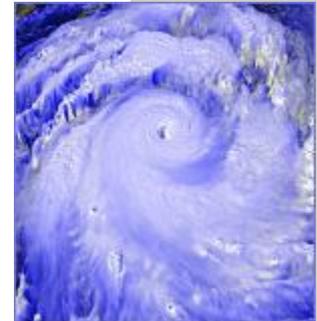
vor dem Hintergrund des Klimawandels
und der Meseberger Beschlüsse vom August 2007

Eberhard Hinz

Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt

Problem: Der Klimawandel ist da

- 4. Bericht des IPCC (Februar 2007)
 - Aufgabe „Weltklimarat“: Risiken der globalen Erwärmung zu beurteilen und Vermeidungsstrategien zu entwickeln (Friedensnobelpreis 2007)
 - Die Erwärmung des Klimasystems ist „ohne jeden Zweifel vorhanden“ und es ist „sehr wahrscheinlich“, dass der Mensch der Verursacher ist“
- Prognosen bis 2100:
 - Erderwärmung zwischen 1,1 °C bis 6,4 °C
 - Anstieg des Meeresspiegels (18-59 cm)
 - Veränderung der Niederschlagsmengen
 - Kriege ums Wasser
 - ...



Geschieht zu wenig ...

- klimatische Folgen
 - Anstieg der Durchschnittstemperatur um mehr als 3°C
 - Wahrscheinlichkeit > 50 %, dass der Temperaturanstieg 5°C
 - Dieser Anstieg entspricht dem Anstieg der Durchschnittstemperatur seit der letzten Eiszeit
- „Der Klimawandel ist eine Bedrohung des Lebens auf der Erde.“



Der Ganjiang Fluss im Osten Chinas ist ausgetrocknet, Lebensgrundlagen sind in Gefahr, © picture-alliance / dpa

Überflutung im südindischen Andhra Pradesh, © picture-alliance / dpa)

Was ist erforderlich

- Noch kann präventiv gehandelt werden
 - wenn Konzentration von Treibhausgasen kleiner 550 ppm
 - Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur max. 2°C bis 3°C
- Dazu erforderlich
 - Anstieg der CO₂-äqu. Emissionen innerhalb von 15 Jahren stoppen
 - danach Emissionen jährlich um rund 2 % reduzieren



wirtschaftliche Folgen

- „Stern Report“ 2006
 - ehemaliger Weltbank Chefökonom
 - Leiter des volkswirtschaftlichen Dienstes der britischen Regierung
- Bericht über die wirtschaftlichen Folgen der globalen Erwärmung



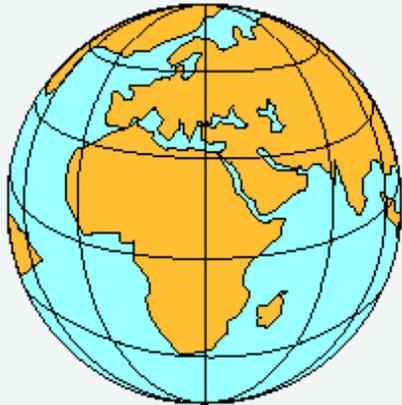
Kosten des Klimawandels

- wenn nicht gehandelt wird ...
 - Verlust von wenigstens 5 % des globalen Bruttoinlandsprodukts
 - bei konservativen Berechnungen
- .. und zusätzliche Risiken berücksichtigt werden
 - Schäden von 20 % oder mehr des erwarteten globalen Bruttoinlandsprodukts zu erwarten
- Die Verlierer sind:
 - Entwicklungs- und Schwellenländer,
 - die die ökonomischen Folgen des Klimawandels überdurchschnittlich stark zu spüren bekommen.



Unser Auftrag!

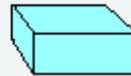
Aufnahmefähigkeit
10 Milliarden t CO₂/a



Im Jahr 2050
10 Milliarden Menschen

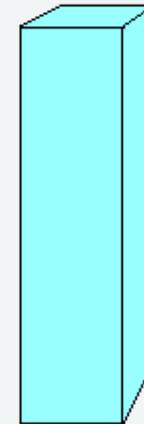


1 t CO₂/a
pro Person



SOLL

10 t CO₂/a
pro Person



Deutschland

IST



Faktor 10



Ausgangslage zur IWU-Studie

- Meseberger Energie- und Klimaprogramm
 - Steigerung der Energieeffizienz im Neubau / Bestand
- Maßnahmen u. a.:
 - Primärenergiebedarf um 30 % verringern
 - bauteilbezogene Anforderungen um 15 % verschärfen
- „... unter Wahrung der wirtschaftlichen Vertretbarkeit“
 - Prämisse nach §§ 4,5 Energieeinspargesetz

Ausgangslage / Zielsetzung

- Meseberger Energie- und Klimaprogramm
 - Steigerung der Energieeffizienz im Neubau / Bestand
- **Maßnahmen** u. a.:
 - Primärenergiebedarf um 30 % verringern
 - bauteilbezogene Anforderungen um 15 % verschärfen
- „... unter Wahrung der wirtschaftlichen Vertretbarkeit“
 - Prämisse nach §§ 4,5 Energieeinspargesetz
- realisierbar?



Vorgehen

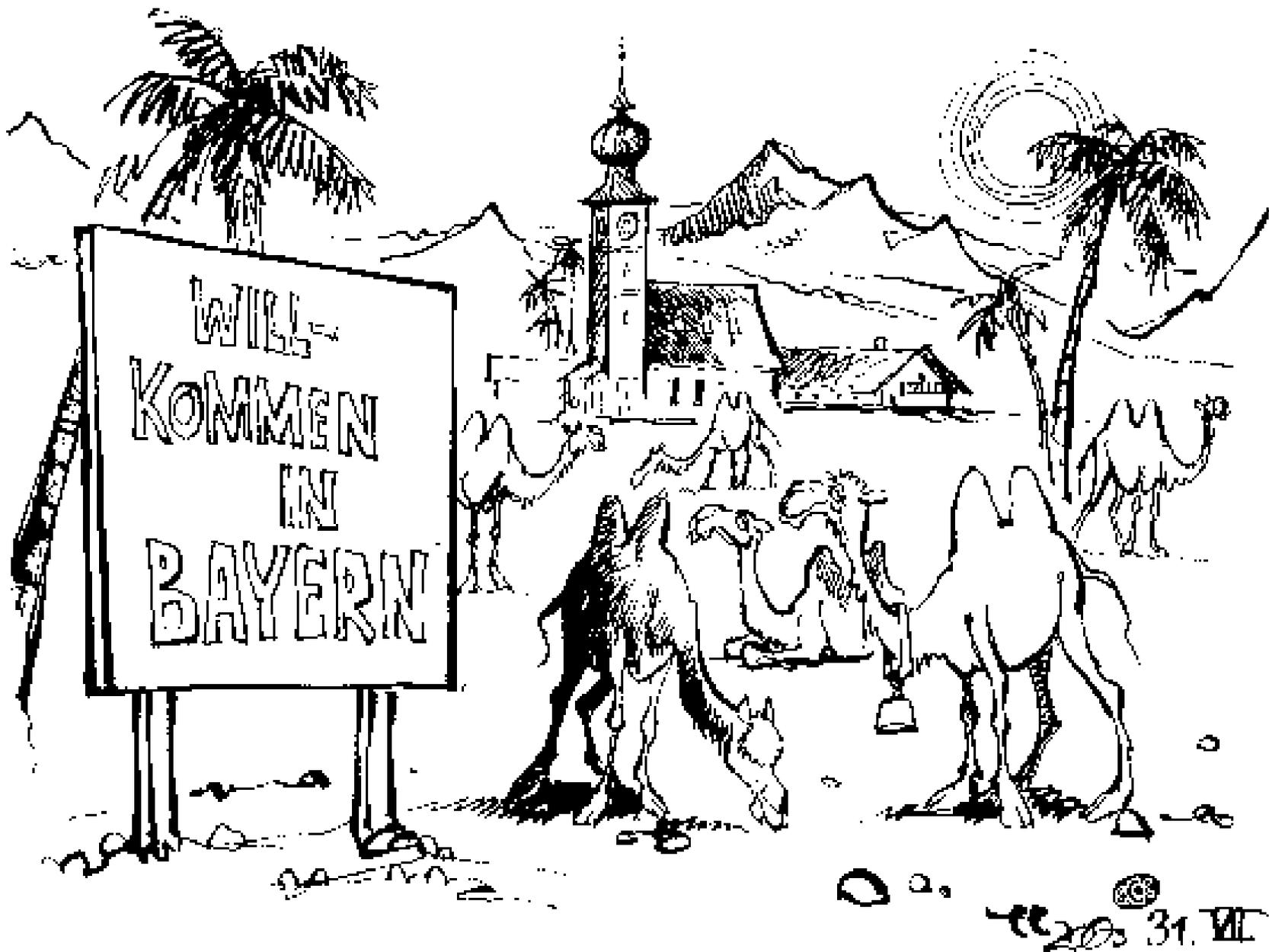
- **Unterscheidung in Nutzung**
 - selbstgenutzte Gebäude
 - Heizkosteneinsparungen kommen dem Investor zu Gute
 - Refinanzierung über Energiekosteneinsparung
 - vermietete Objekte
 - Heizkosteneinsparungen kommen dem Nutzer zu Gute
 - Refinanzierung über erhöhte Mieterträge, vermiedene Leerstände (jeweils objektbezogen, Basis BGB)
- **Unterscheidung in Marktsegmente**
 - dynamisch / konsolidiert / strukturschwach

systematische Untersuchung: nicht direkt quantifiziert wurden...

- **Komforterhöhungen**
 - angenehmeres Raumklima, bequemere Bedienung
- **Sicherheitsgesichtspunkte**
 - höhere Versorgungssicherheit durch geringeren Energiebedarf
- **Umweltkriterien**
 - geringere Emission, Schutz der Gesundheit und der Ökosysteme
- **Wertsteigerungen**
 - Erhalt von Bausubstanz, künstlerische Gestaltung, Neuvermietung!
- **Soziale Auswirkungen**
 - Verbesserung des Wohnumfeldes

Welches Verfahren für wen?

- **Kosten der eingesparten kWh**
 - für Selbstnutzer geeignet (40 % des Wohnungsbestandes)
 - energiebedingte Mehrkosten <-> Energiekosteneinsparung
- **Kapitalwertbetrachtung**
 - für Vermieter geeignet (60 % des Wohnungsbestandes)
 - energiebedingte Mehrkosten <-> Mieterhöhungen im Rahmen bestehender Mietverhältnisse (Ansatz der Studie)



Alternativprogramm für klimageschädigte Landwirte

Baualtersklasse 1969 bis 1978

Bezugsfläche 240 m²

Heizenergiebedarf: 207 kWh/(m²a)

Warmwasser: 28 kWh/(m²a)

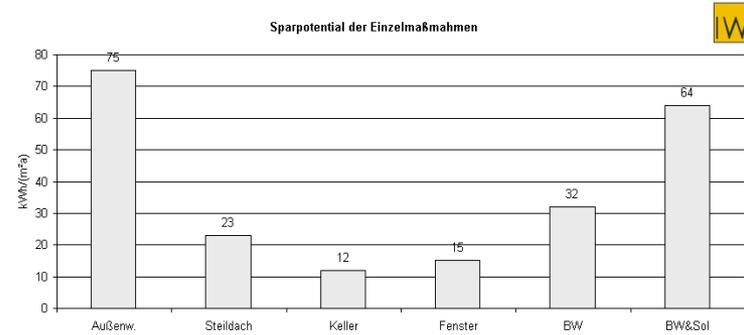
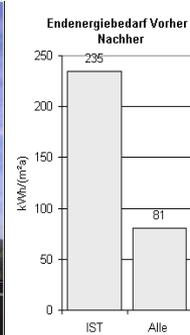
Heizspiegel München: Öl

Heizenergieverbrauch (ohne Warmwasser)

durchschnittlich: 188 kWh/(m²a)

erhöht: 189 kWh/(m²a) bis 274 kWh/(m²a)

extrem hoch: > 274 kWh/(m²a)



| Bauteilskizze | Beschreibung | U-Wert [W/(m²K)] | Dämmkonstruktion | Beschreibung | U-Wert neu [W/(m²K)] | Vollkosten | | energie- bedingte Mehr- kosten [€/m² Bt] | Kosten der ein- gesparten kWh [Cent/kWh] |
|----------------------------|--|---|----------------------------|---|--------------------------------|---|-----------|--|--|
| | | | | | | [€] | [€/m² Bt] | | |
| Außenwand | 24 cm oder 30 cm Hochlochziegel, beidseitig verputzt 24 cm oder 30 cm Hochlochziegel mit 2 bis 4cm Dämmung, beidseitig verputzt 30cm oder 36 cm Porotonziegel- oder Gasbetonmauerwerk, beidseitig verputzt | 1,1 bis 1,3 0,6 bis 0,9 0,6 bis 0,7 | Außenwand | 16 cm Wärmedämmverbundsystem (0,035 W/(mK)) auf Altputz, gewebearmierter Neuputz | 0,19 | 32.091 | 114 | 57 | 6,6 |
| Kellerdecke | 15 cm Stahlbetondecke mit schwimm. Estrich auf 2 bis 4 cm Polystyrol- oder Mineralfaserdämmung | 0,8 bis 1,1 | Kellerdecke | 8 cm Dämmung (0,035 W/(mK)), unterseitig, geklebt oder gedübelt | 0,29 | 3.715 | 32 | 32 | 9,6 |
| Steildach | Gipskartonplatten oder Profilbretter, 4 bis 6 cm Mineralfaserdämmung zwischen den Sparren | 0,9 bis 1,1 | Steildach | 24 cm Zwischen- und Aufsparrendämmung bei Neueindeckung des Daches | 0,15 | 17.802 | 136 | 34 | 6,0 |
| Fenster | 2-Scheiben-Isolierverglasung, Holzrahmen | 2,8 | Fenster | 2-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Holzrahmen | 1,30 | 16.800 | 350 | 35 | 3,5 |
| Heizungstechnik | | | | | | Modernisierung der Heizungstechnik und der Warmwasserbereitung | | | |
| Heizsystem | Niedertemperatur - Ölkessel außerhalb der therm. Hülle Baualtersklasse 1978 bis 1986 hybrider Betrieb | | Heizsystem | Einbau eines neuen Öl-Brennwertkessels inkl. Schornsteinsanierung und neuem biv. Speicher | | 5.604 | | 1.681 | 3,1 |
| Warmwasserbereitung | Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher außerhalb der thermischen Hülle | | Warmwasserbereitung | Solarthermische Anlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung | | 4.400 | | 4.400 | |

Alle Maßnahmen Vollkosten [€] 80.412 Mehrkosten [€] 31.973 **6,4**

ausgehend von 8,5 Cent/kWh beträgt der mittlere Energiepreis bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum und:

2,0 % Energiepreissteigerung: 10,5

Die Maßnahmen sind rentabel, wenn die Kosten der eingesparten kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum!

3,0 % Energiepreissteigerung: 11,8

4,0 % Energiepreissteigerung: 13,2

Kosten je eingesparter kWh End.

- **Energiekosten vor Sanierung** $K_0 = P * E_0$
 - P mittlerer Preis für die Endeneergieeinheit
 - E_0 jährlicher Endenergieverbrauch vor Sanierung

- **Energiekosten nach Sanierung** $K_s = a * I + P * E_s + Z$
 - a Annuität
 - I Investitionskosten
 - E_s jährlicher Endenergieverbrauch nach Sanierung
 - Z eventuell erforderliche Zusatzkosten

Kosten je eingesparter kWh End.

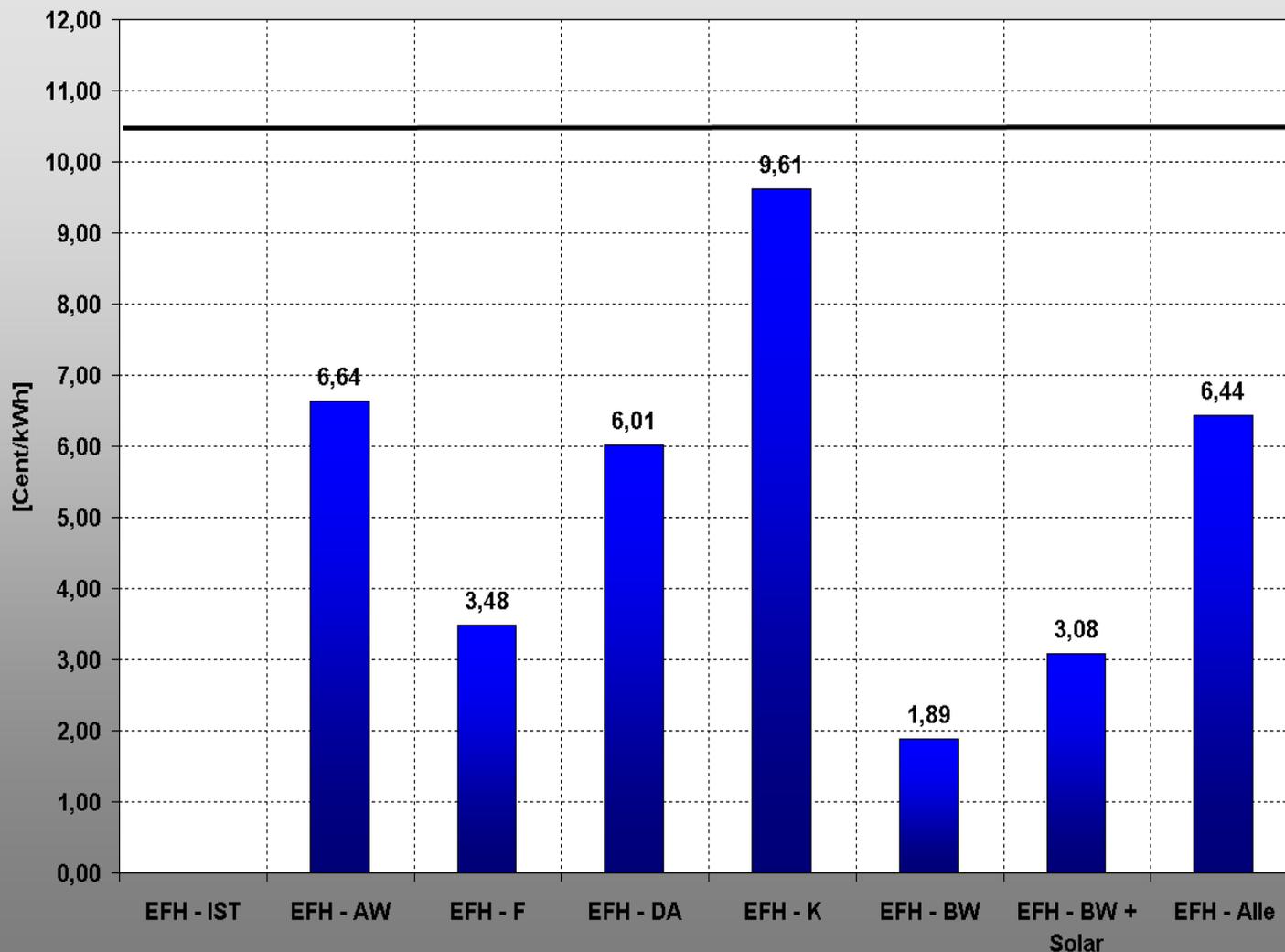
- Wirtschaftlichkeitskriterium

$$K_{\text{ein}} < (a * I + Z) / (E_0 - E_s) < P$$

- K_{ein} Kosten je eingesparter kWh Endenergie
 - K mittlerer Preis für die bezogene kWh Endenergie
- Vorteile
 - unmittelbare Vergleichbarkeit mit Energiepreis
 - unsichere zukünftige Energiepreisentwicklung beeinflusst ausschließlich die Vergleichsgröße K
 - Nachteil
 - nur relevant für „Selbstnutzer“

Kosten der eingesparten kWh

Kosten der eingesparten kWh Endenergie



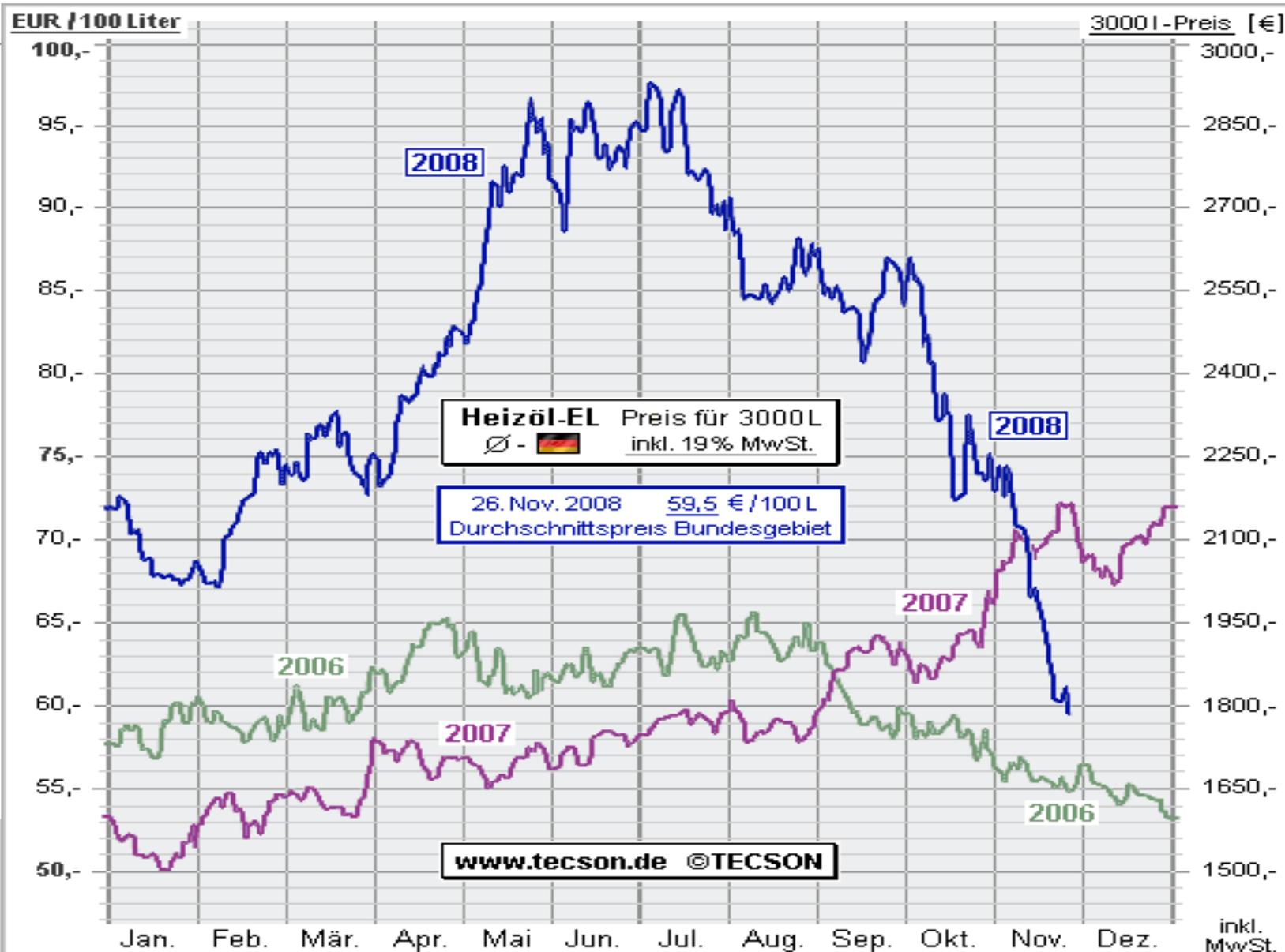
Projekt: Wirtschaftlichkeit EnEV
Einfamilienhaus EFH

Betrachtungszeitraum 25 a
Kalkulationszins 5,5 %/a

aktueller Energiepreis: 8,5 Cent/kWh
Teuerung Energie (nominal): 2 %/a

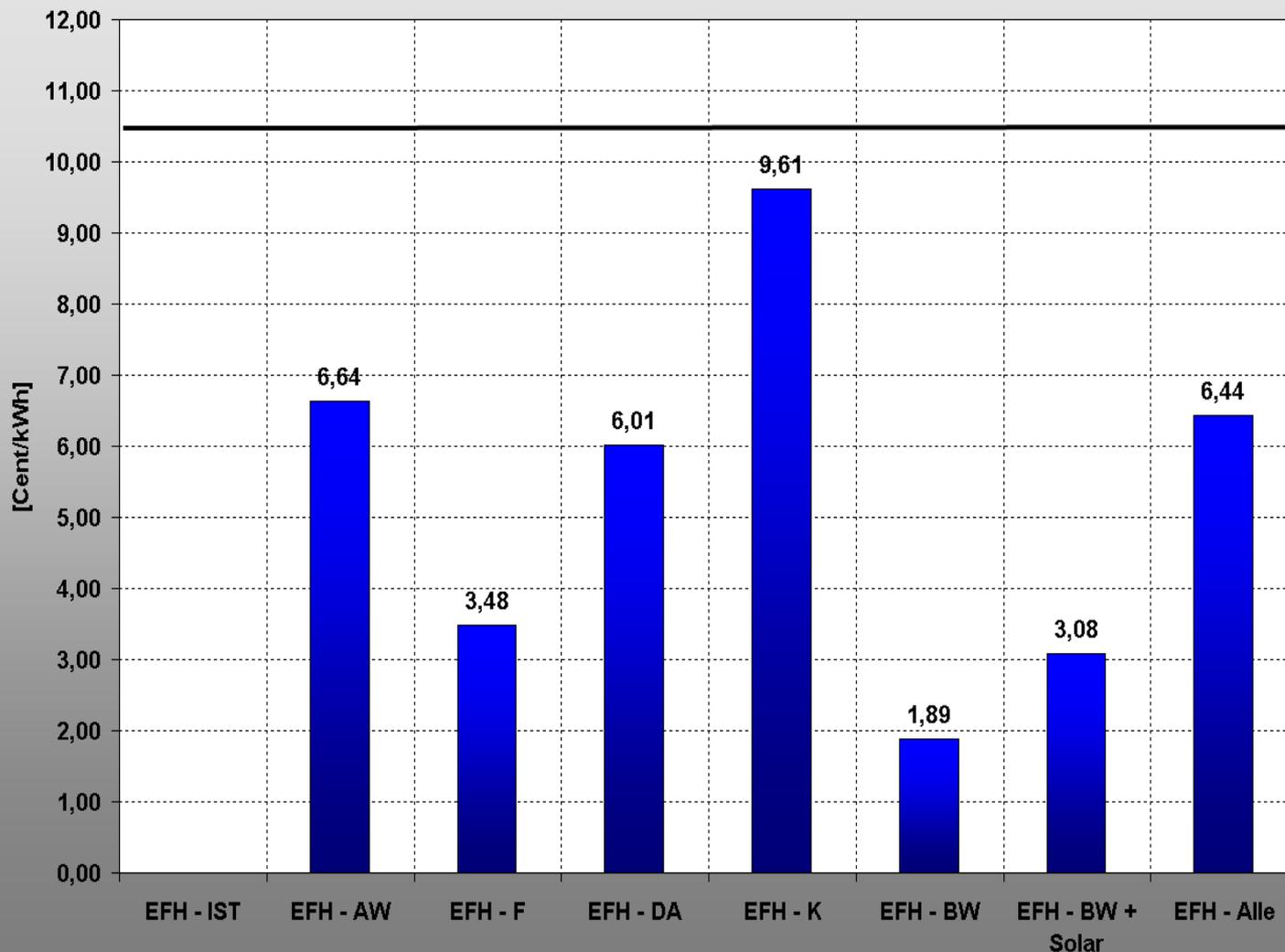
Wirtschaftlichkeitskriterium
mittl. zukünftiger Energiepreis:
10,52 Cent/kWh

Heizölpreis 26.11.2008 (3000 l inkl. MwSt)



Kosten der eingesparten kWh

Kosten der eingesparten kWh Endenergie



Projekt: Wirtschaftlichkeit EnEV
Einfamilienhaus EFH

Betrachtungszeitraum 25 a
Kalkulationszins 5,5 %/a

aktueller Energiepreis: 8,5 Cent/kWh
Teuerung Energie (nominal): 2 %/a

Wirtschaftlichkeitskriterium
mittl. zukünftiger Energiepreis:
10,52 Cent/kWh

Fazit Selbstnutzer

- **Kosten der eingesparten kWh Endenergie**
 - Für das gesamte Maßnahmenpaket knapp über dem Niveau des heutigen Energiepreises (Dez. 2008) mit ca. 6,0 Cent/kWh
- **Kosten im 1. Jahr**
 - Zins/Tilgung für energiebedingte Mehrkosten: 9,93 €/m²a)
 - Energiekosteneinsparung: 13,1 €/m²a) bei heute: 8,5 Cent/kWh
 - Maßnahmen rechnen sich bereits im 1. Jahr

Vermieter (objektbezogen)



Baualtersklasse 1969 bis 1978

 Bezugsfläche 1145 m²

 Heizenergiebedarf: 175 kWh/(m²a)

 Warmwasser: 36 kWh/(m²a)

Heizspiegel München: Gas

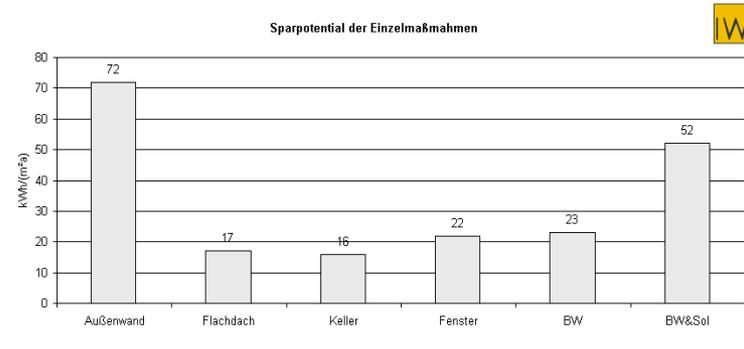
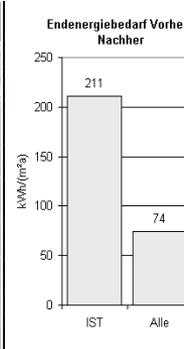
Heizenergieverbrauch (ohne Warmwasser)

 durchschnittlich: 168 kWh/(m²a)

 erhöht: 169 kWh/(m²a) bis 254 kWh/(m²a)

 extrem hoch: > 254 kWh/(m²a)


Foto: Stadt Erlangen, Umweltamt



| Bauteilskizze | Beschreibung | U-Wert [W/(m ² K)] | Dämmkonstruktion | Beschreibung | U-Wert neu [W/(m ² K)] | Vollkosten | | energiebedingte Mehrkosten [€/m ² Bt] | Kosten der eingesparten kWh [Cent/kWh] |
|--|---|---|------------------------|--|---|----------------|-----------------------|---|---|
| | | | | | | [€] | [€/m ² Bt] | | |
| Außenwand | 30 cm bis 36 cm Hochlochziegel, beidseitig verputzt 24 cm oder 30 cm oder 38 cm Hohlblockmauerwerk aus Bimsbeton oder Schlackenbeton, beidseitig verputzt 30 cm Porotonziegel oder Gasbetonmauerwerk, beidseitig verputzt | 0,8 bis 1,1 0,9 bis 1,3 0,7 | Außenwand | 16 cm Wärmedämmverbundsystem (0,035 W/(mK)) auf Altputz, gewebearmierter Neuputz | 0,19 | 101.118 | 114 | 57 | 4,6 |
| Kellerdecke | 14 cm Stahlbeton mit schwimm. Estrich auf 3 bis 4 cm Polystyrol oder Mineralwolle | 0,8 bis 1,0 | Kellerdecke | 8 cm Dämmung (0,035 W/(mK)), unterseitig, geklebt oder gedübelt oder bei Erneuerung des Bodenbelages oberseitig | 0,30 | 12.182 | 32 | 32 | 5,0 |
| Flachdach | Flachdach, 15 cm Stahlbetondecke + 6 cm Schaumglas + Dachhaut | 0,6 | Flachdach | 24 cm Dämmung (0,035 W/(mK)) | 0,12 | 51.775 | 136 | 34 | 5,0 |
| Fenster | 2-Scheiben-Isolierverglasung, Kunststoffrahmen | 2,7 | Fenster | 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, Kunststoffrahmen | 1,30 | 80.150 | 350 | 35 | 2,4 |
| Heizungstechnik | | | | | | | | | |
| Heizsystem | | | | | | | | | |
| Niedertemperatur - Gaskesselaußerhalb der therm. Hülle Baualtersklasse 1978 bis 1986 typischer Betrieb | | | | | | | | | |
| Warmwasserbereitung | | | | | | | | | |
| Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher außerhalb der thermischen Hülle | | | | | | | | | |
| Modernisierung der Heizungstechnik und der Warmwasserbereitung | | | | | | | | | |
| | | | | | | Vollkosten [€] | | Mehrkosten [€] | |
| | | | | | | 15.924 | | 4.777 | 4,3 |
| Warmwasserbereitung | | | | | | | | | |
| Solarthermische Anlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung | | | | | | 1200 € je WE | | 28.800 | |
| | | | | | | 289.949 | | 117.277 | 5,6 |

Alle Maßnahmen ausgehend von 7,5 Cent/kWh beträgt der mittlere Energiepreis bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum und:

2,0 % Energiepreissteigerung: 9,3
 3,0 % Energiepreissteigerung: 10,4
 4,0 % Energiepreissteigerung: 11,7

Die Maßnahmen sind rentabel, wenn die Kosten der eingesparten kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum!

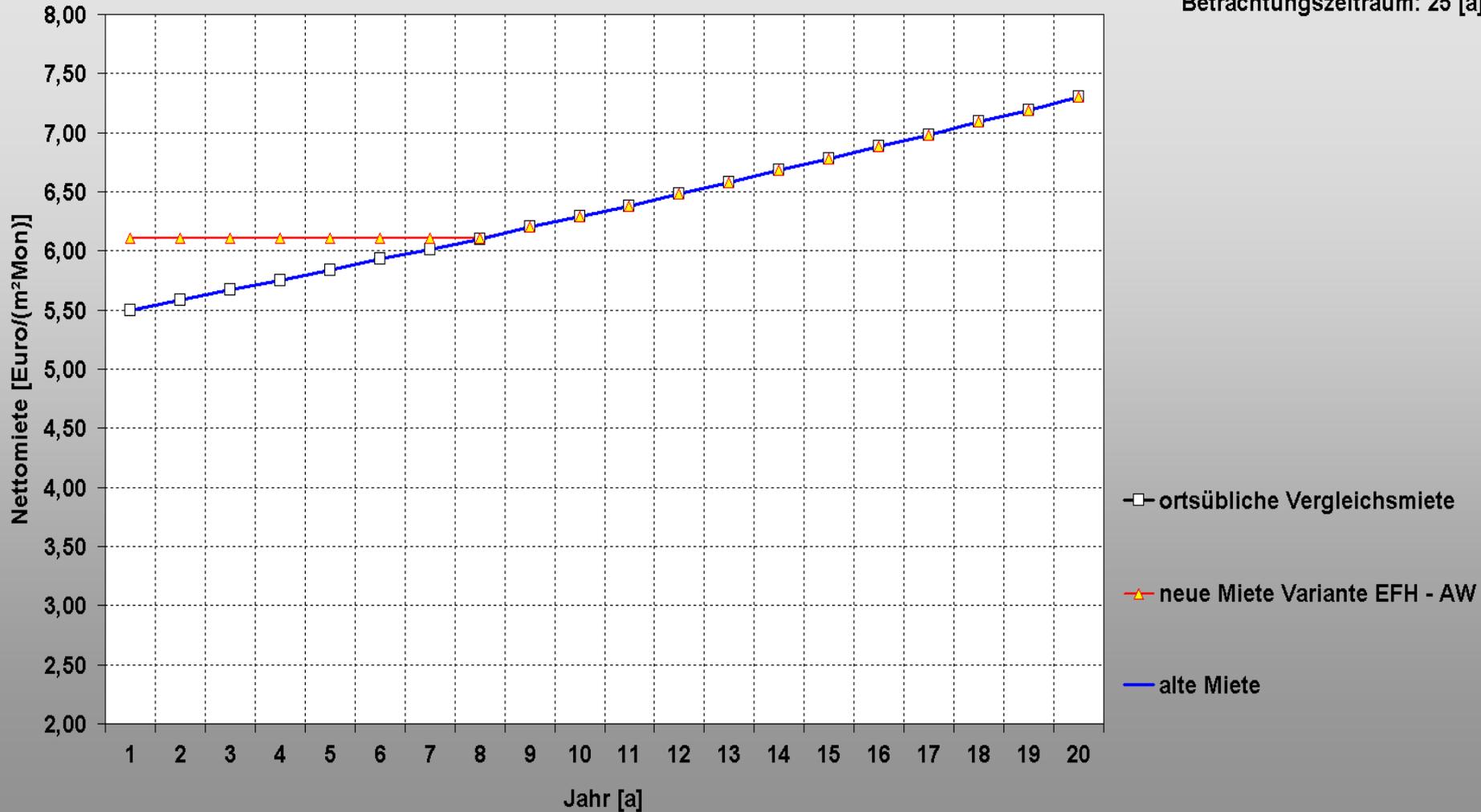
Zur Erinnerung: Vorgehen

- Unterscheidung in Nutzung
 - selbstgenutzte Gebäude
 - Heizkosteneinsparungen kommen dem Investor zu Gute
 - Refinanzierung über Energiekosteneinsparung
 - vermietete Objekte
 - Heizkosteneinsparungen kommen dem Nutzer zu Gute
 - Refinanzierung über erhöhte Mieterträge, vermiedene Leerstände (jeweils objektbezogen, Basis BGB), ...
- Unterscheidung in Marktsegmente
 - dynamisch / konsolidiert / strukturschwach

Mietverlaufmodell „worst case“

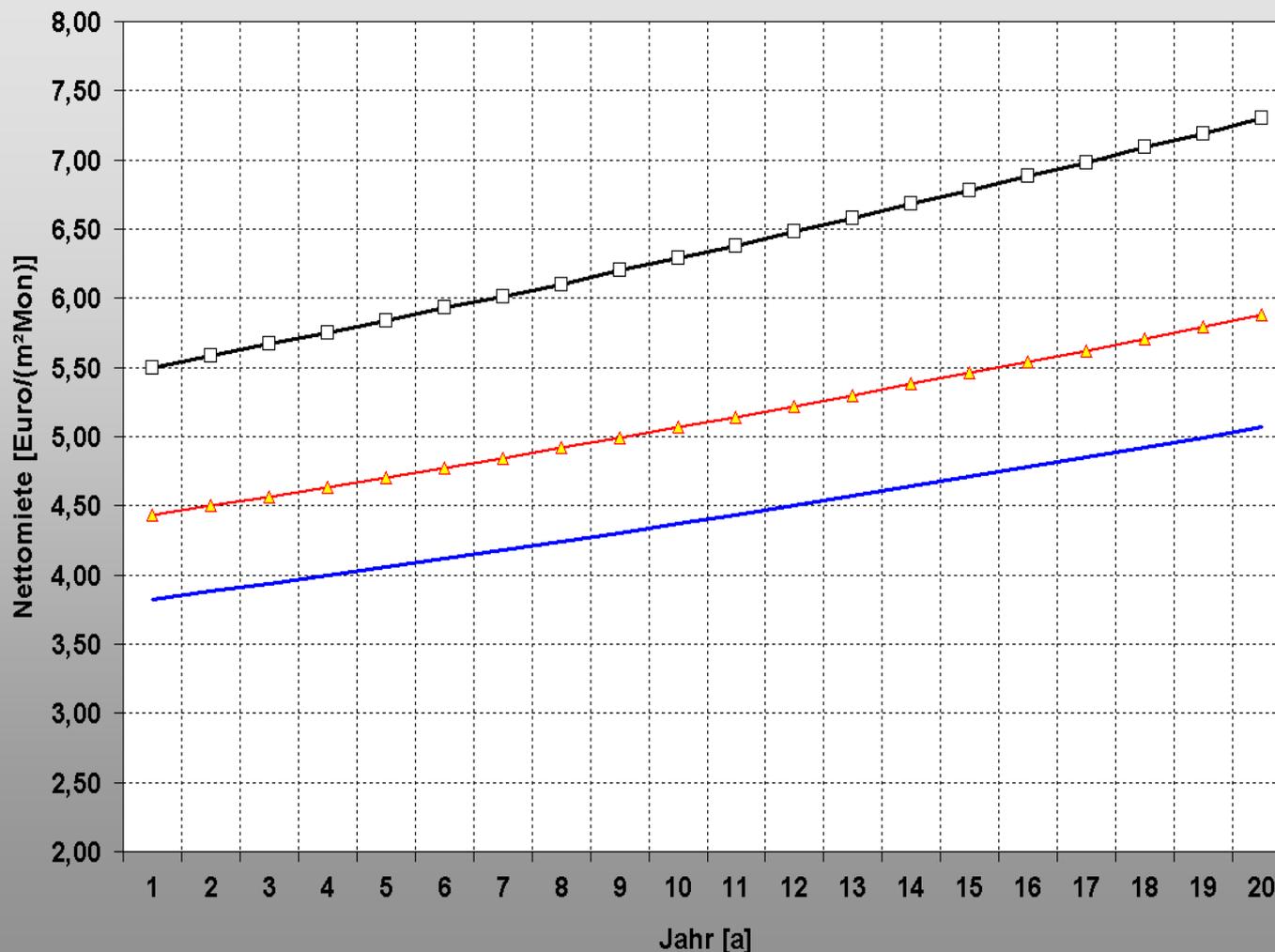
Miete im Zeitverlauf

Projekt: Wirtschaftlichkeit EnEV
Betrachtungszeitraum: 25 [a]



Mietverlaufmodell „best case“

Miete im Zeitverlauf

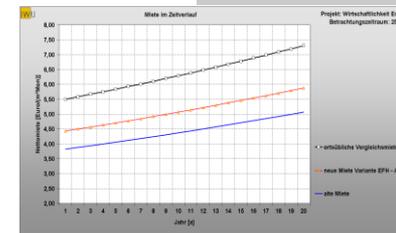
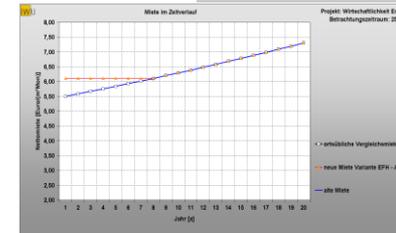


Projekt: Wirtschaftlichkeit EnEV
Betrachtungszeitraum: 25 [a]

- ortsübliche Vergleichsmiete
- ▲ neue Miete Variante EFH - AW
- alte Miete

Mietverlaufsmodelle im Überblick

- „worst case“
 - Nettomiete vor Modernisierung gleich ortsüblicher Vergleichsmiete
 - Zuschlag nach § 559 BGB (11% der Modernisierungskosten)
 - für die Refinanzierbarkeit schlechtesten Fall
- „best case“
 - Nettomiete vor Modernisierung unter ortsüblicher Vergleichsmiete
 - Zuschlag „warmmietenneutral“ auf Basis § 558 BGB
 - für die Refinanzierbarkeit besten Fall
- Relevanz der Fälle
 - keine statistisch belastbaren Untersuchungen, aber
 - Mietverlaufsmodelle decken mögliche Extreme
 - im Rahmen der systematischen Untersuchung ab.



Marktsegmente

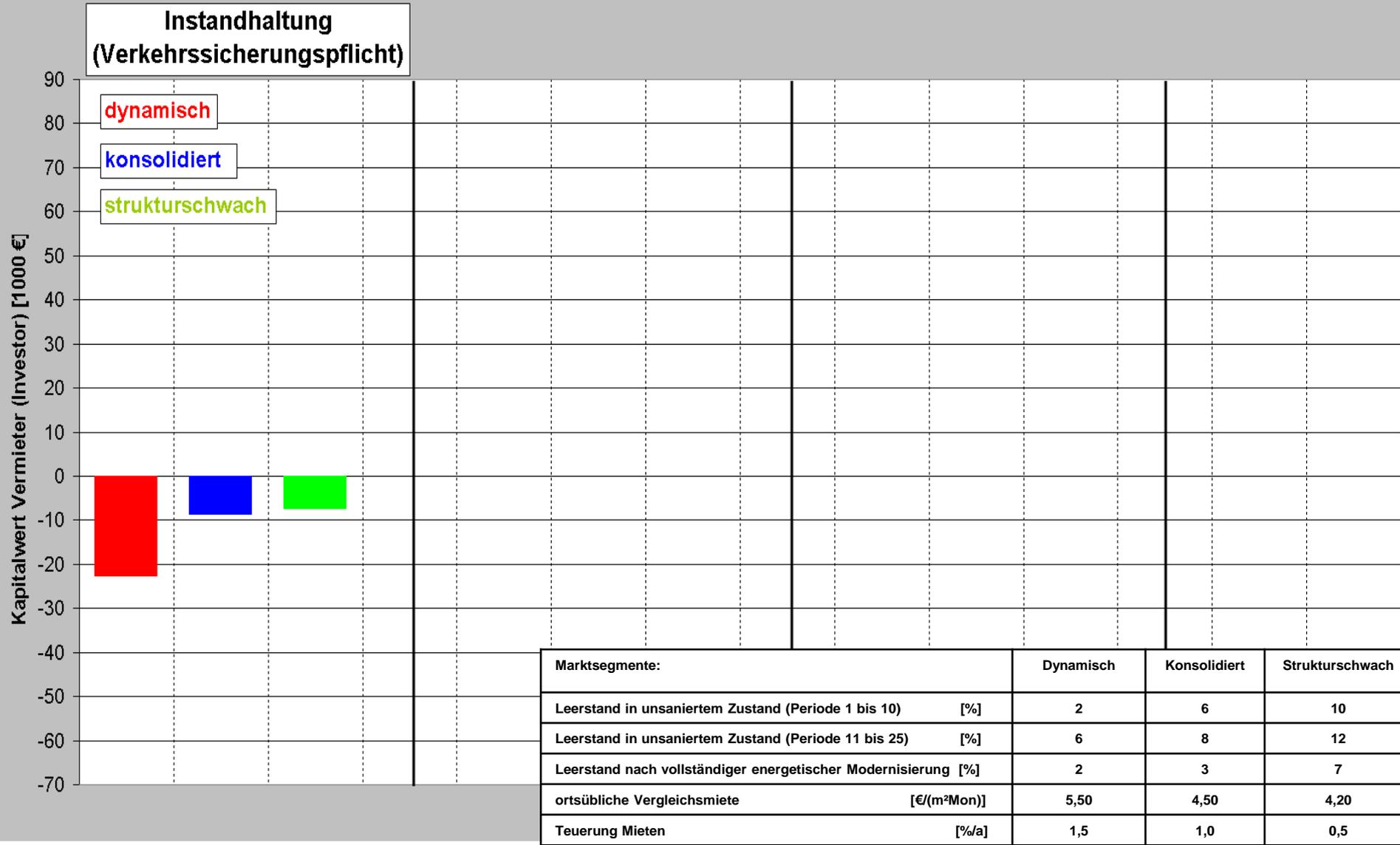
- **Dynamisch**
 - Vollvermietung, hohe ortsübl. Vergleichsmiete und Mietsteigerung
- **Konsolidiert**
 - mittlerer Leerstand, mittlere Vergleichsmieten und Mietsteigerung
- **Strukturschwach**
 - hohe Leerstände, geringe Vergleichsmieten und Mietsteigerung

| Marktsegmente: | | Dynamisch | Konsolidiert | Strukturschwach |
|---|------------------------|-----------|--------------|-----------------|
| Leerstand in unsaniertem Zustand (Periode 1 bis 10) | [%] | 2 | 6 | 10 |
| Leerstand in unsaniertem Zustand (Periode 11 bis 25) | [%] | 6 | 8 | 12 |
| Leerstand nach vollständiger energetischer Modernisierung | [%] | 2 | 3 | 7 |
| ortsübliche Vergleichsmiete | [€/m ² Mon] | 5,50 | 4,50 | 4,20 |
| Teuerung Mieten | [%/a] | 1,5 | 1,0 | 0,5 |

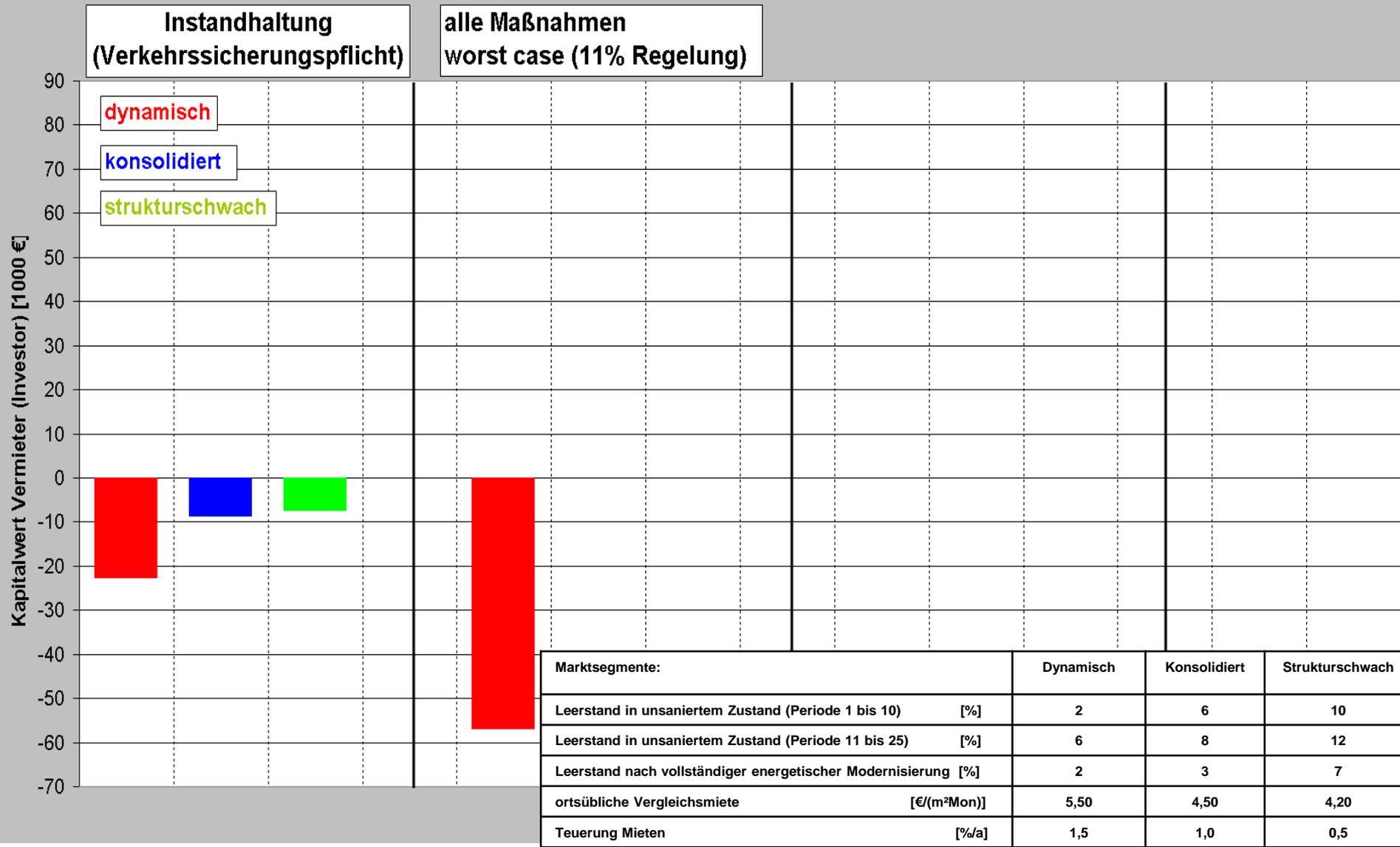
Kapitalwertmethode

- **Kapitalwert** $K = BW_{\text{Ein}} - BW_{\text{Aus}} - EK$
 - BW_{Ein} Barwert der Einnahmen über Betrachtungszeitraum
(Mieten bzw. eingesparte Heizkosten, Leerstände, ...)
 - BW_{Aus} Barwert der Ausgaben über Betrachtungszeitraum
(Zins, Tilgung, Wartung, Instandhaltung, Verwaltung, ...)
 - EK eingesetztes Eigenkapital
- **Wirtschaftlichkeitskriterium**
 - „Realisiere niemals eine Investition mit negativem Kapitalwert“

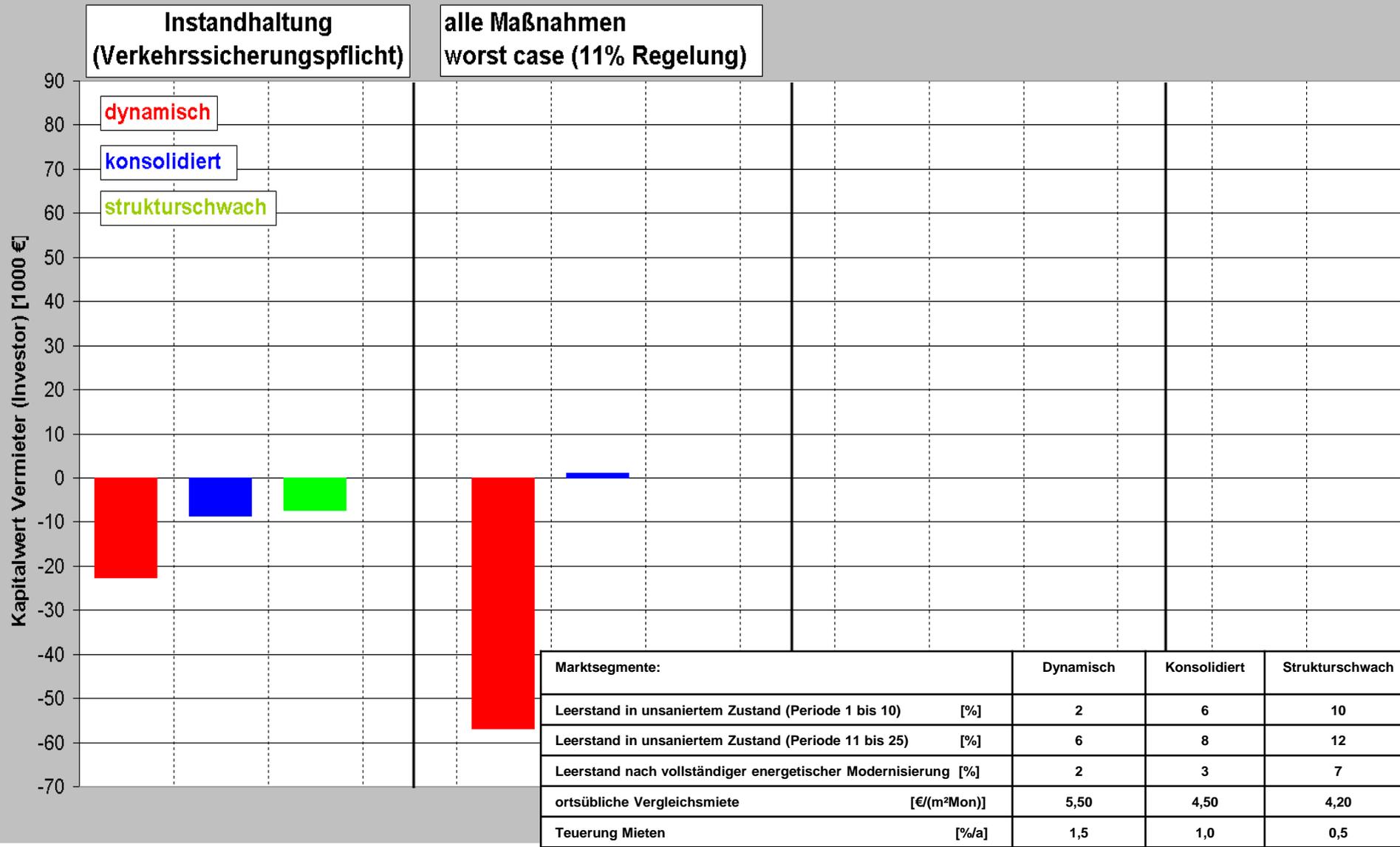
KW Vermieter - Instandhaltung



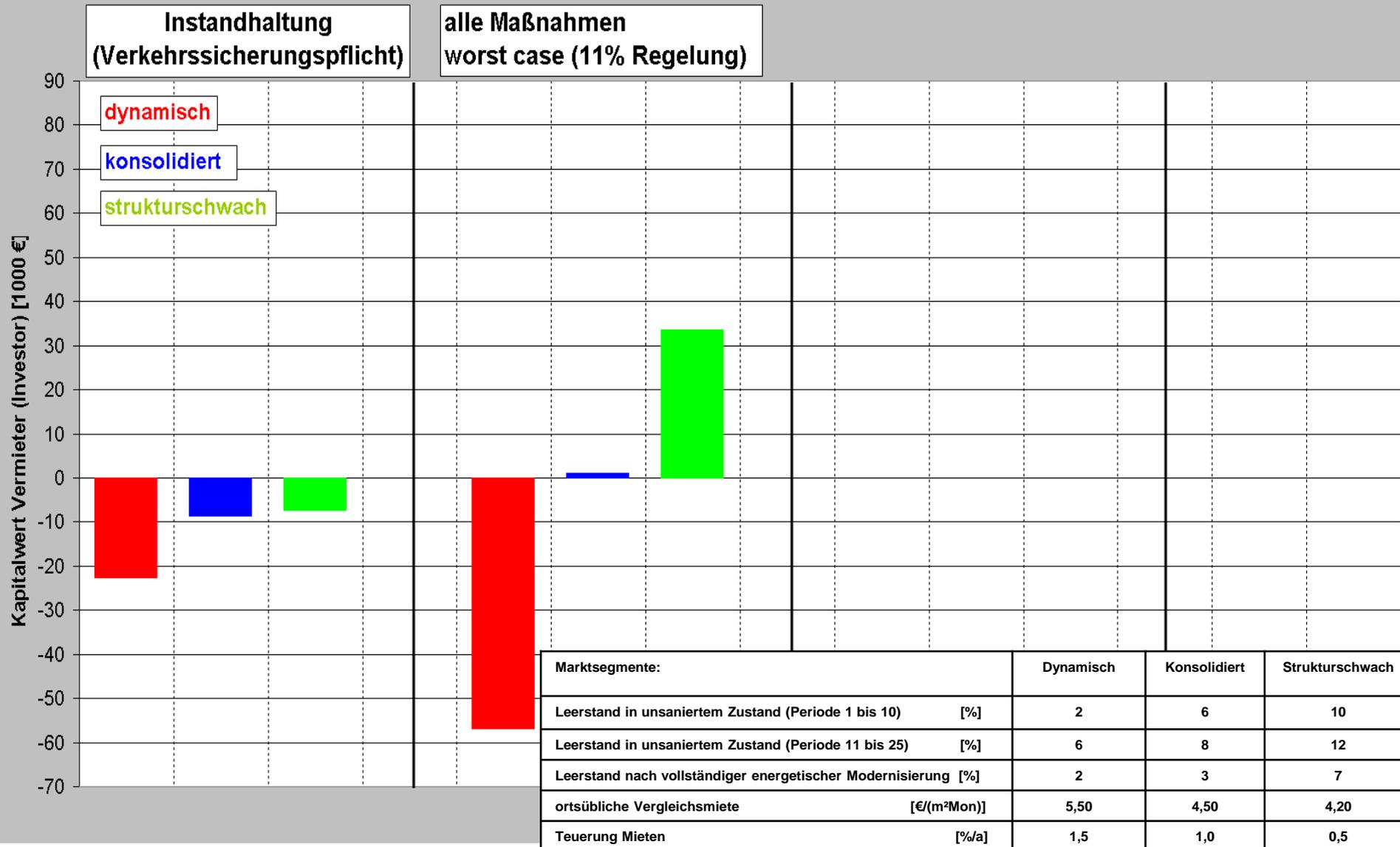
KW Vermieter – worst case



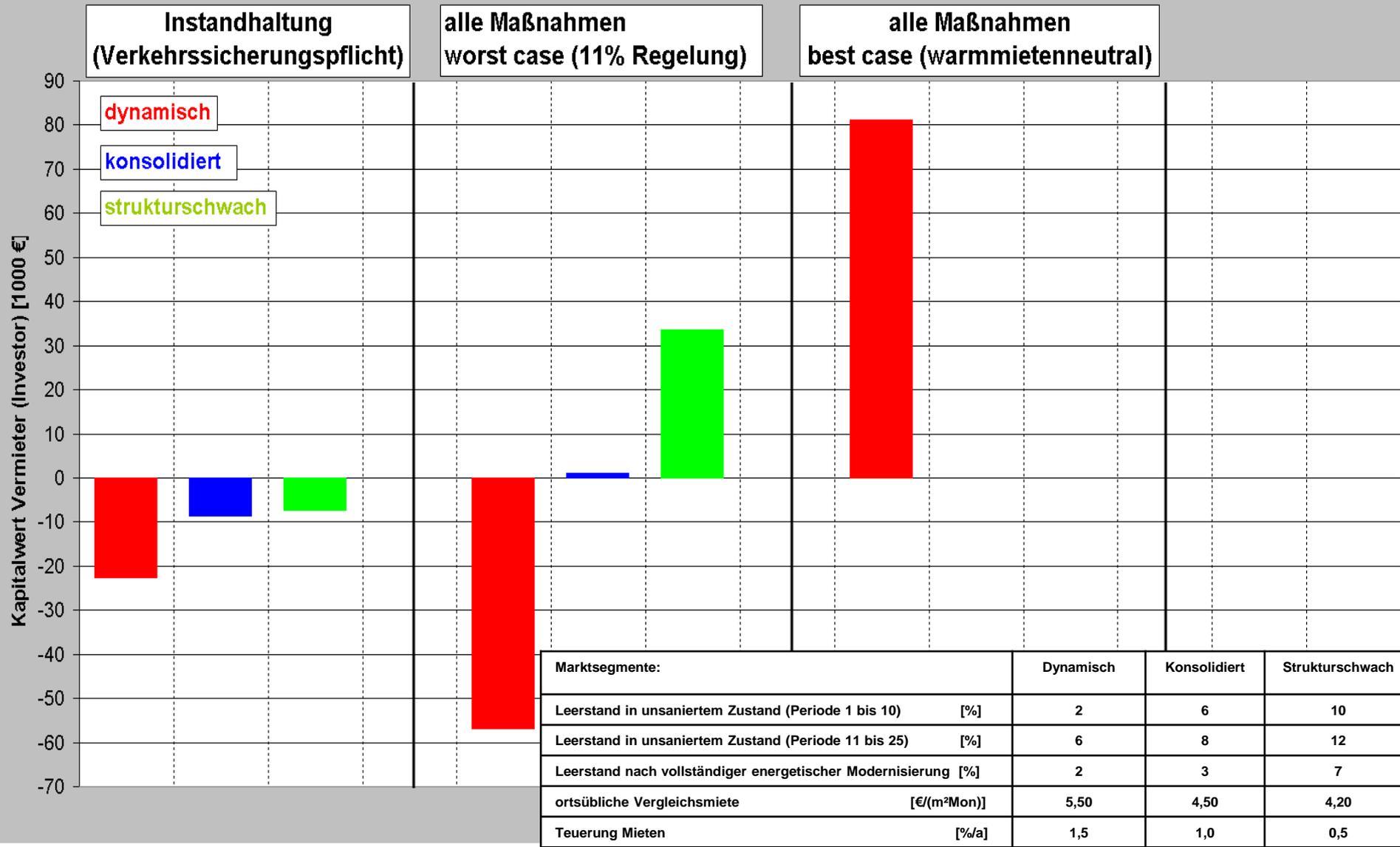
KW Vermieter – worst case



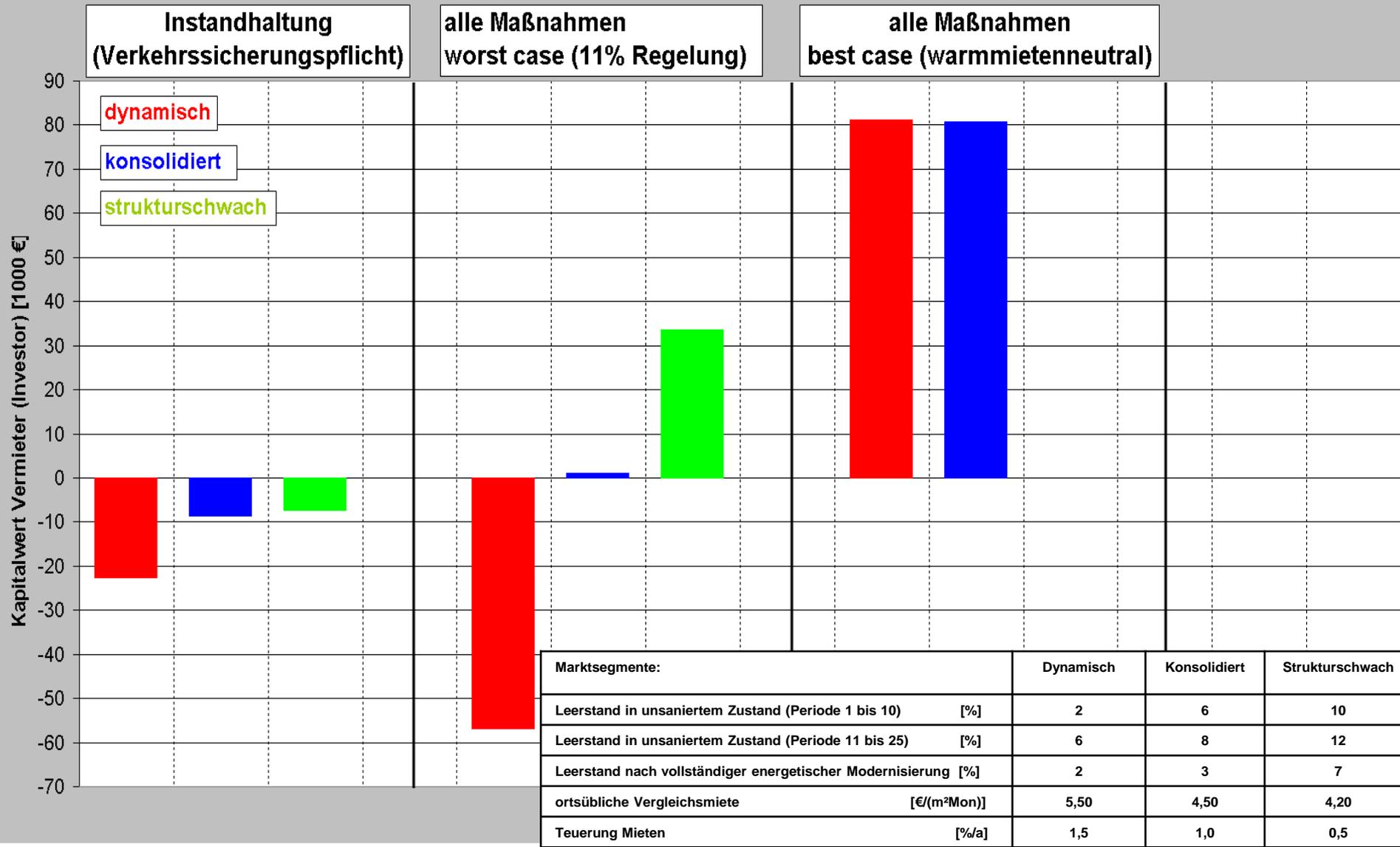
KW Vermieter – worst case



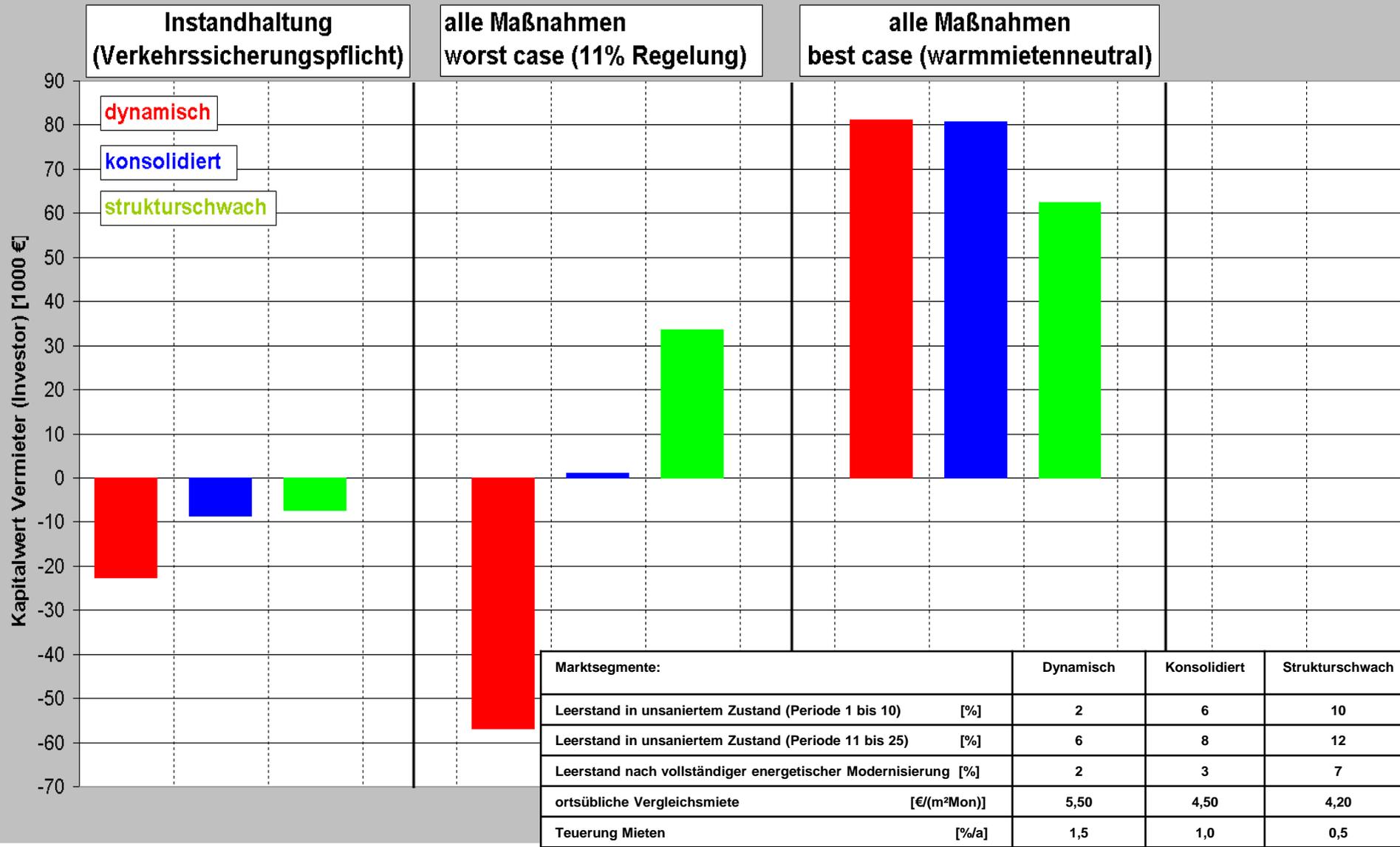
KW Vermieter – best case



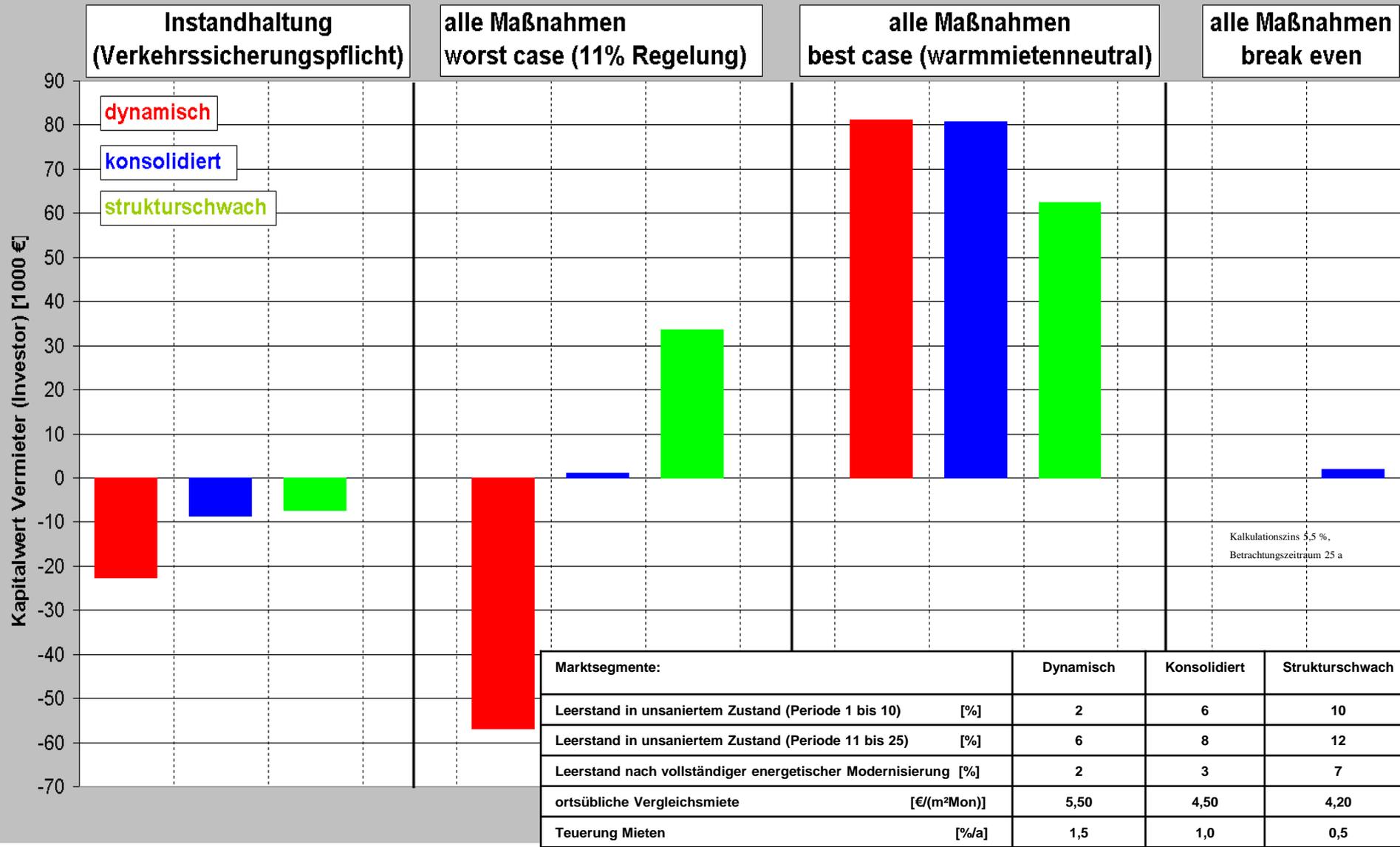
KW Vermieter – best case



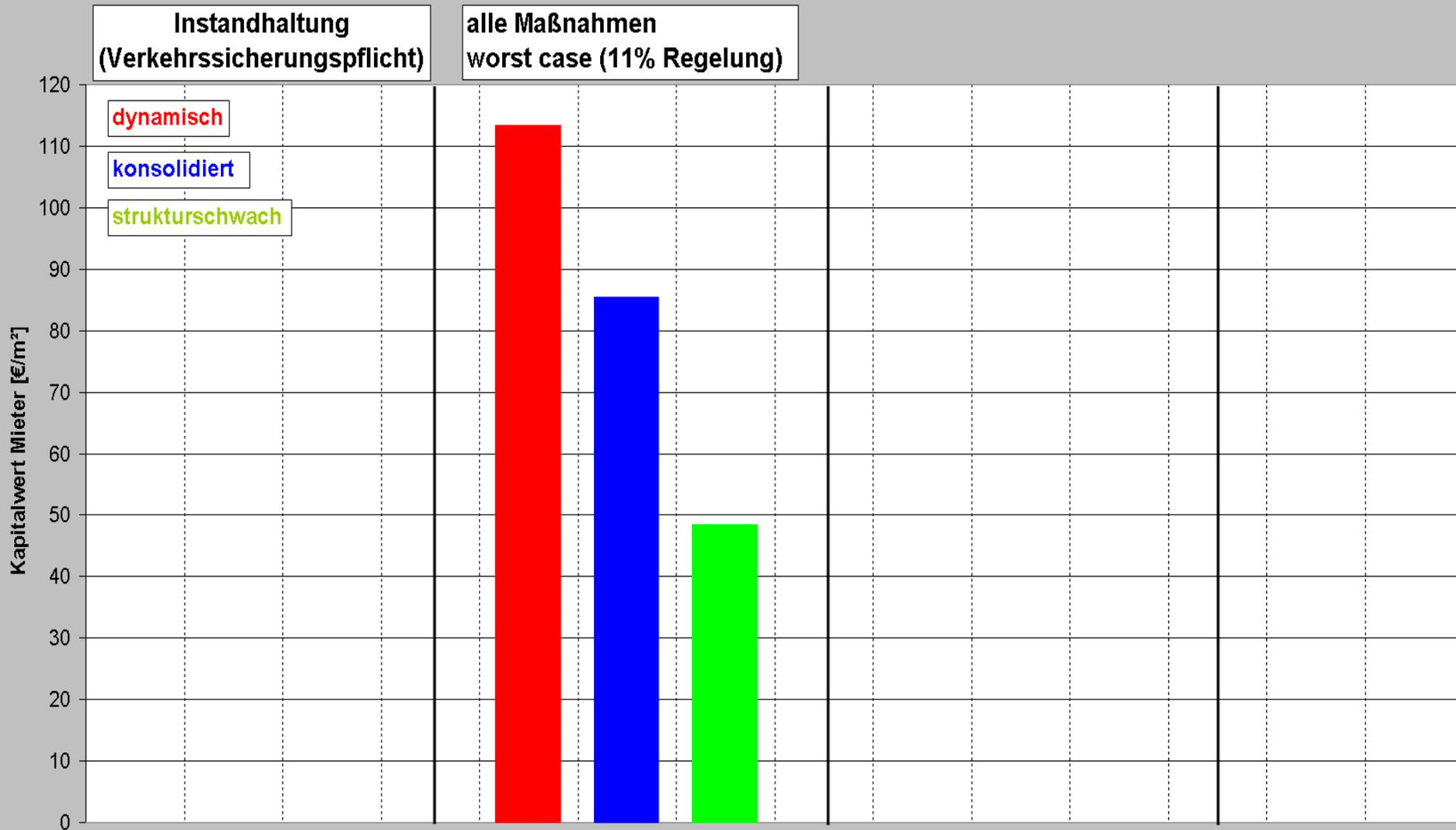
KW Vermieter – best case



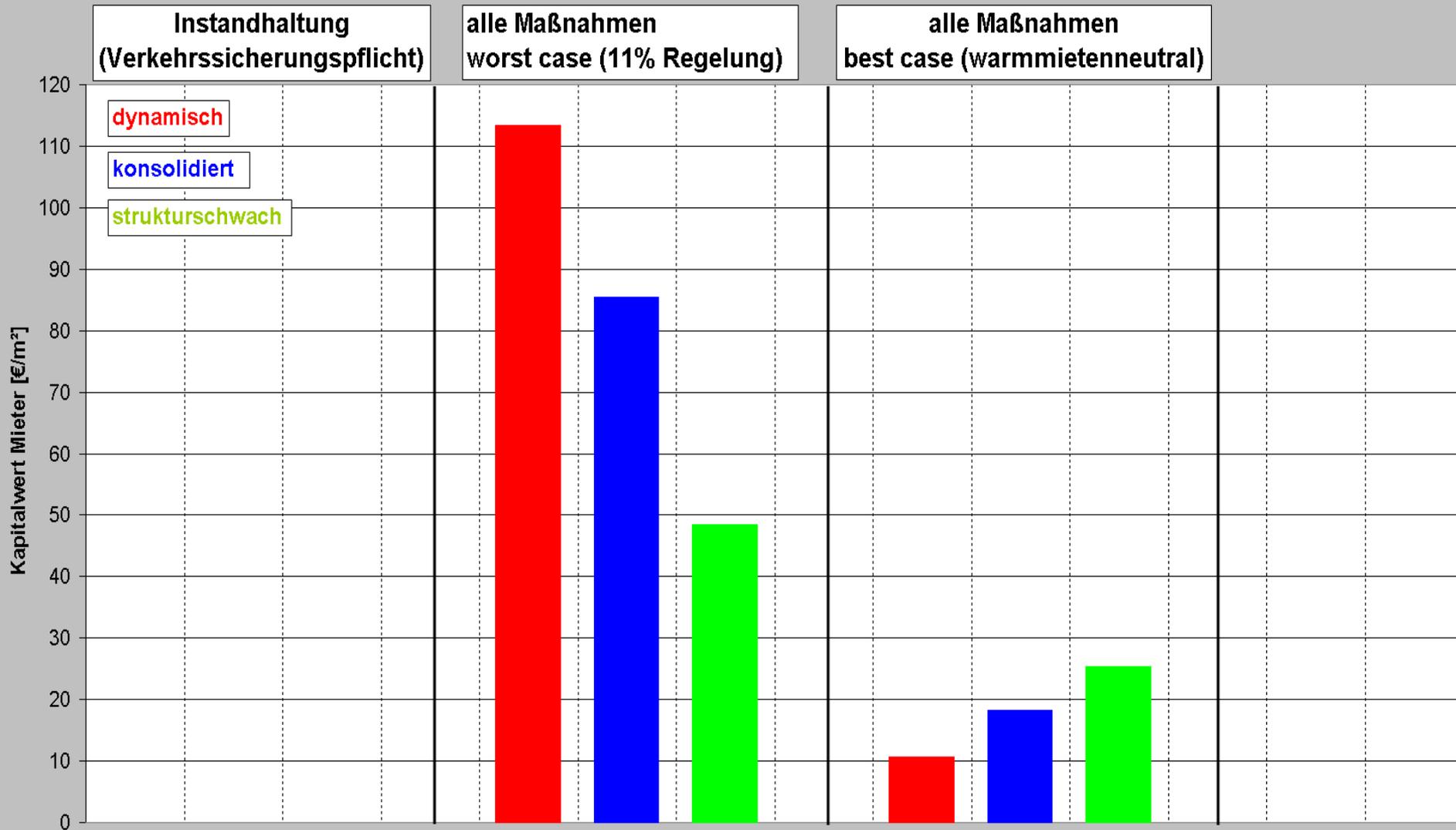
KW Vermieter – break even



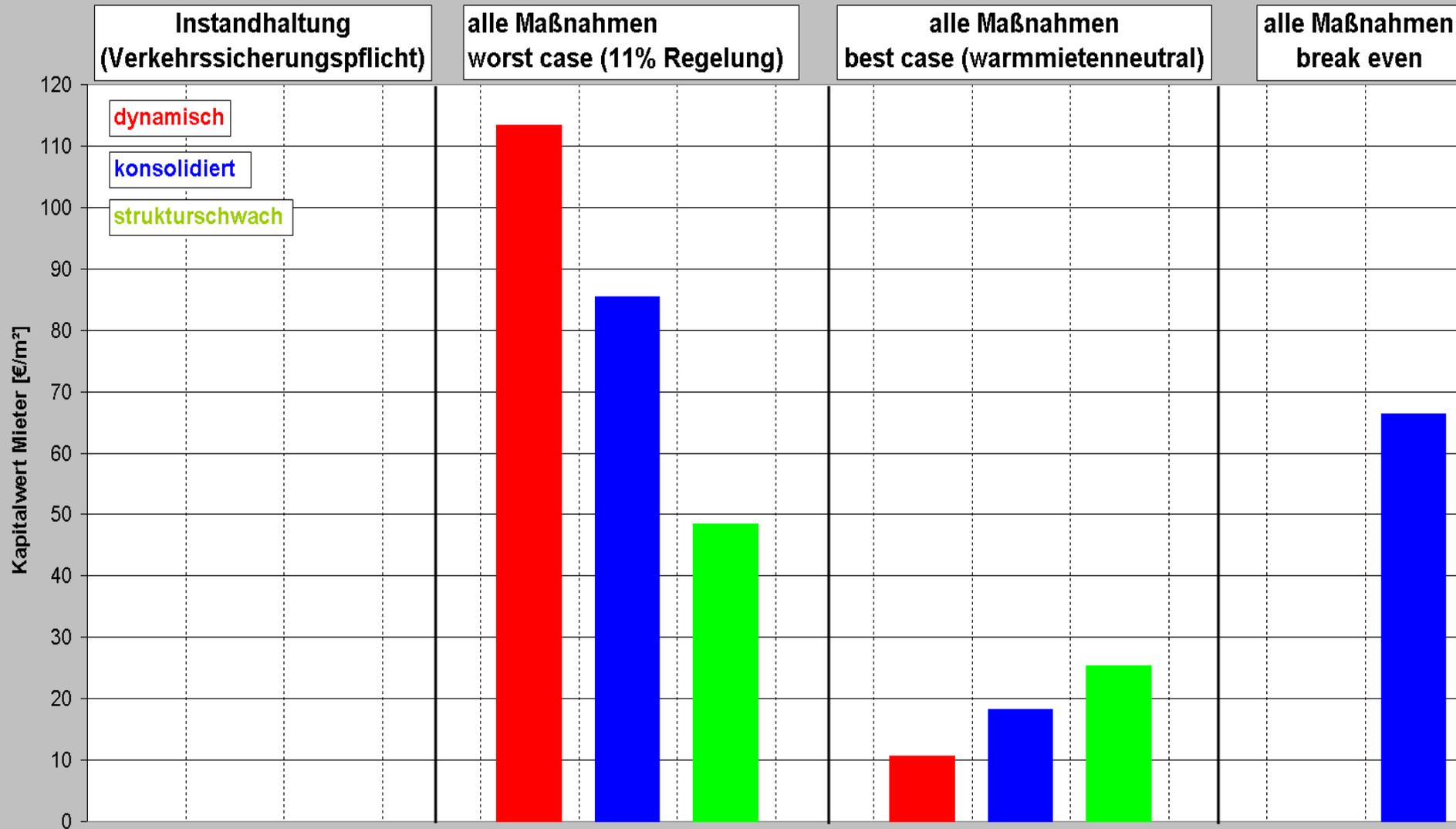
KW Mieter – worst case



KW Mieter – best case



KW Mieter – break even



Zusammenfassung (objektbez.)

- Mietverlaufsmodell worst case
 - dynamischer / konsolidierter Markt: z. T. deutlich negative KW
 - strukturschwacher Markt: positiver KW nur für das Maßnahmenpaket
 - Abbild des „Investor-Nutzer-Dilemmas“
- Mietverlaufsmodell best case
 - in allen Märkten für alle Maßnahmen z. T. deutlich positive KW
 - warmmietenneutral im Jahr der Maßnahme (per Definition)
- Mietverlaufsmodell break even
 - $KW \approx 0$ (per Definition) -> Mieterhöhung ca. 0,55 €/m²Mon
 - Mieterhöhung deutlich geringer als Energiekostensparnis
 - „Win-Win-Situation“

Konsequenz

- Aufnahme des Kriteriums der „wärmetechnischen Beschaffenheit“ in Mietspiegel flankierend zur Verschärfung der EnEV
 - Markttransparenz und Wettbewerbsvorteil gegeben
- bei Zuschlag von ca. 50 Cent/(m²Mon) Win-Win-Situation für Vermieter und Mieter
 - Wirtschaftlichkeitsgebot des Energieeinspargesetzes auch objektbezogen im worst case erfüllt

Mietspiegel Darmstadt



Mietspiegel für Darmstadt 2008

*Zur Berechnung der ortsüblichen Vergleichsmiete für
nicht preisgebundenen Wohnraum*

Qualifizierter Mietspiegel im Sinne des § 558 d BGB

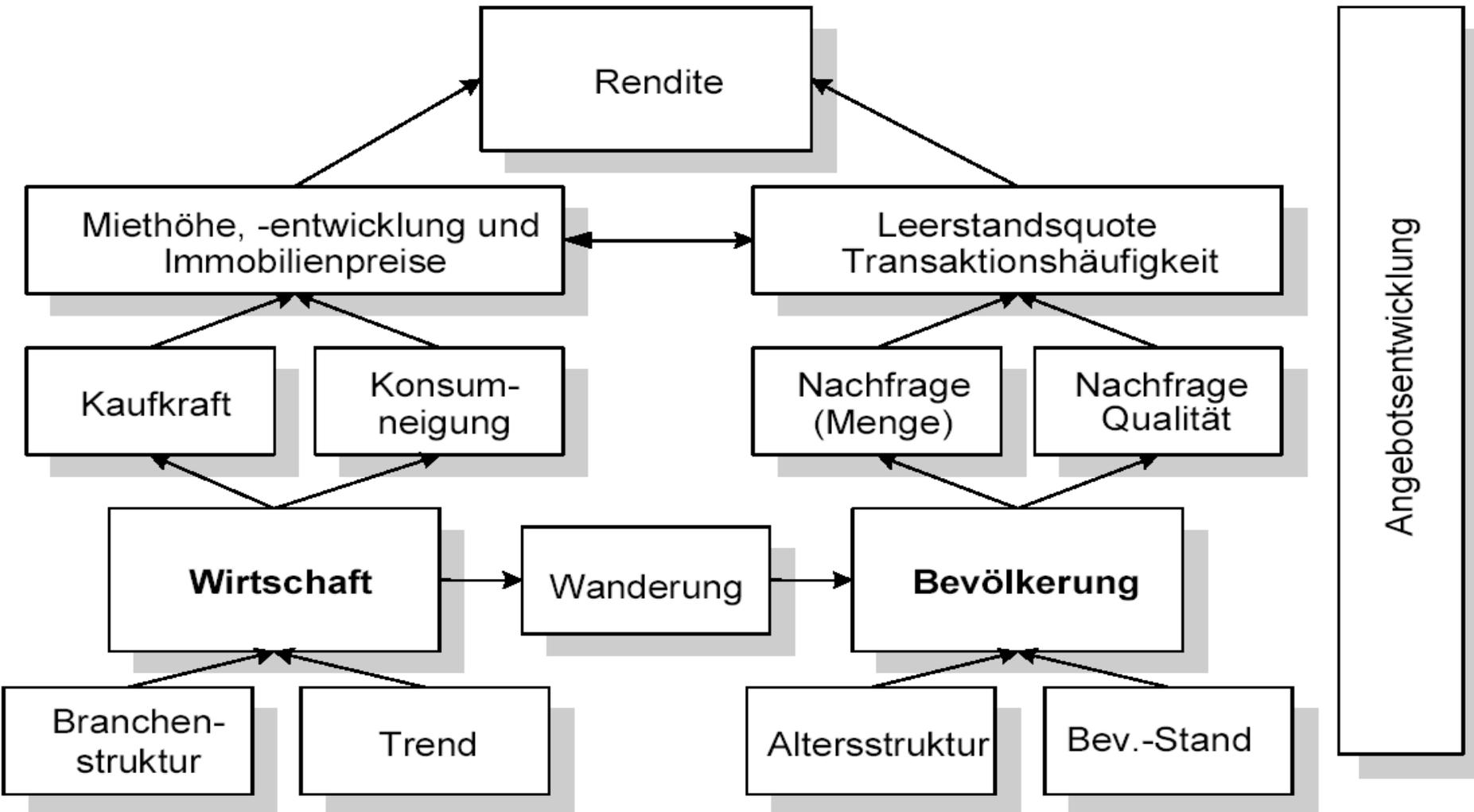
| Gebäudemerkmale | €/m ² | Übertrag |
|---|------------------|----------|
| Wärmetechnische Beschaffenheit Die wärmetechnische Beschaffenheit eines Gebäudes wird über den Primärenergiekennwert bewertet. Ein geringer Primärenergiekennwert entspricht einer guten wärmetechnischen Beschaffenheit und damit in der Regel geringeren Heizkosten. Informationen zur Ermittlung des Primärenergiekennwerts werden auf den Seiten 23 bis 25 gegeben. | | |
| ■ Mittlere wärmetechnische Beschaffenheit (Primärenergiekennwert unter 250 bis 175 kWh/(m ² a)) oder | 0,37 | |
| ■ Verbesserte wärmetechnische Beschaffenheit (Primärenergiekennwert unter 175 kWh/(m ² a)) | 0,49 | |



Wohnungswirtschaft



Zusammenfassung - Einflussfaktoren auf die Rendite

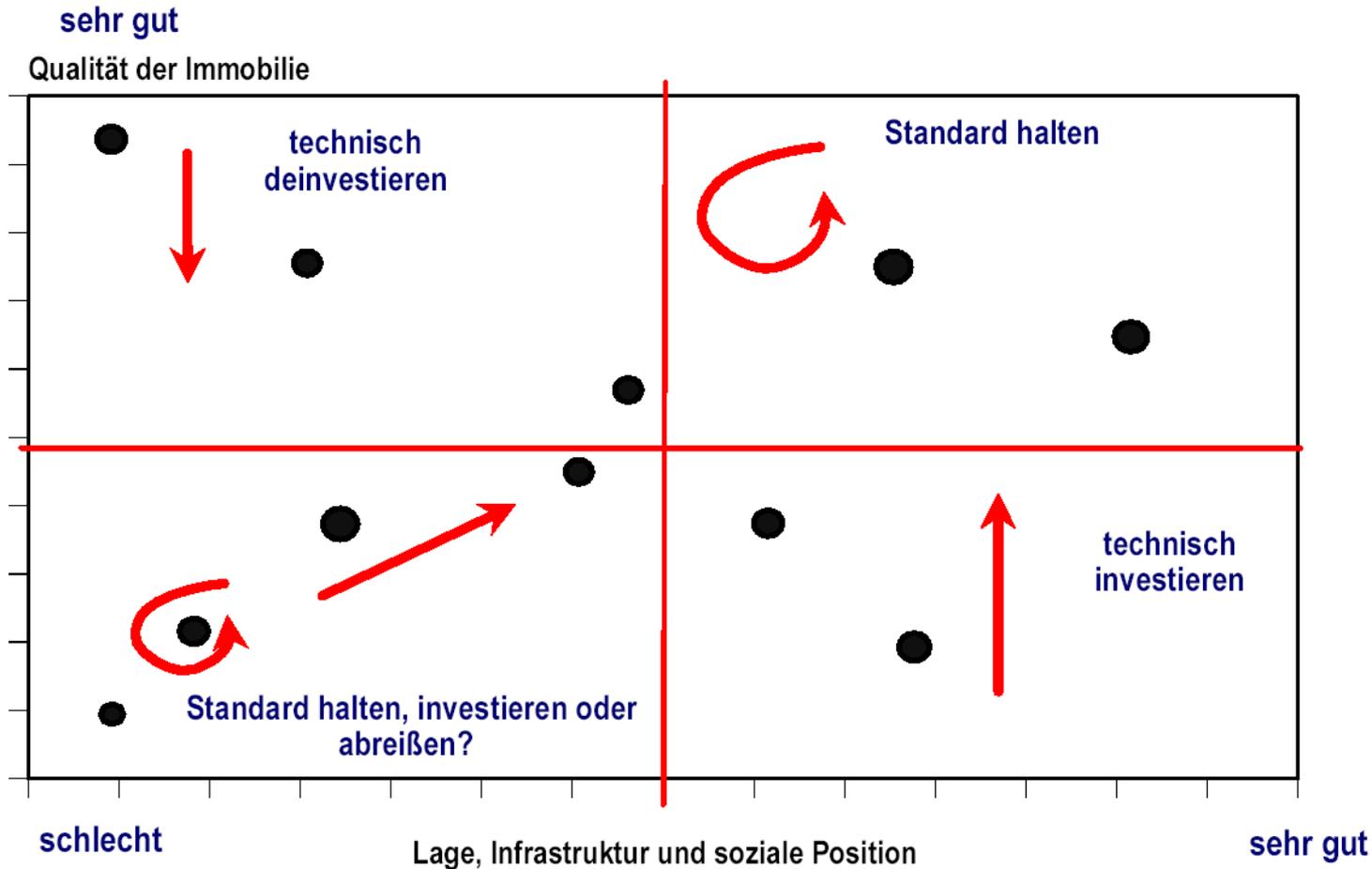


Wohnungswirtschaft

- Ziel: Nachhaltige Entwicklung des Unternehmens?
 - Wertschöpfung aus der Summe der Investitionen
 - ökologisch vertretbar
 - sozial
- Konsequenz: Gesamtoptimierung des Bestandes
 - Portfolioanalyse anstelle objektbezogener Bewertung
- Voraussetzung
 - Markttransparenz gegeben <-> Wettbewerbsvorteil erzielbar

Portfolio-Management in der Wohnungswirtschaft

unmittelbar vom Unternehmen zu beeinflussen
Objektfaktoren:



Standortfaktoren:
nur bedingt vom Unternehmen zu beeinflussen

Schlusswort

- **Selbstnutzer**
 - alle untersuchten Maßnahmen wirtschaftlich vertretbar
- **Vermieter im „worst case“**
 - Energiesparen wirtschaftlich nicht vertretbar
 - typisches „Investor-Nutzer-Dilemma“
- **Vermieter im „break even“**
 - Maßnahmen per Definition „Break even“ wirtschaftlich vertretbar
 - „Win-Win-Situation“ für Vermieter und Mieter
 - erforderliche Mieterhöhung ca. 0,55 €/ (m²Mon)
- **Wohnungswirtschaft**
 - Ansatz der Studie im Prinzip zu eng („energ. Portfolio-Management“)
 - EIE-Projekte: „Epi-Soho“, „ESAM“

Zum Schluss ein vorweihnachtlicher Gruß

