



Regionale Kompetenzstellen  
Netzwerk Energieeffizienz



---

# Wirtschaftlichkeitsberechnung VDI 2067-1 und VDI 6025

## Amortisationszeit und Risikobetrachtung

28.04.2022 | 09:00 Uhr

---



<b>9:00 Uhr</b>	<b>Begrüßung</b> Kurzvorstellung Referent und SOLAR-COMPUTER GmbH
<b>9:10 Uhr</b>	<b>Grundlagen der VDI 2067-1 und VDI 6025</b> Anwendungsbereiche, Begriffe und Definitionen, Berechnungsmethoden ...
<b>9:50 Uhr</b>	<b>Praxisbeispiel – Variantenberechnungen, Auswertungen</b>
<b>10:00 Uhr</b>	<b>Fragerunde und Diskussion</b>

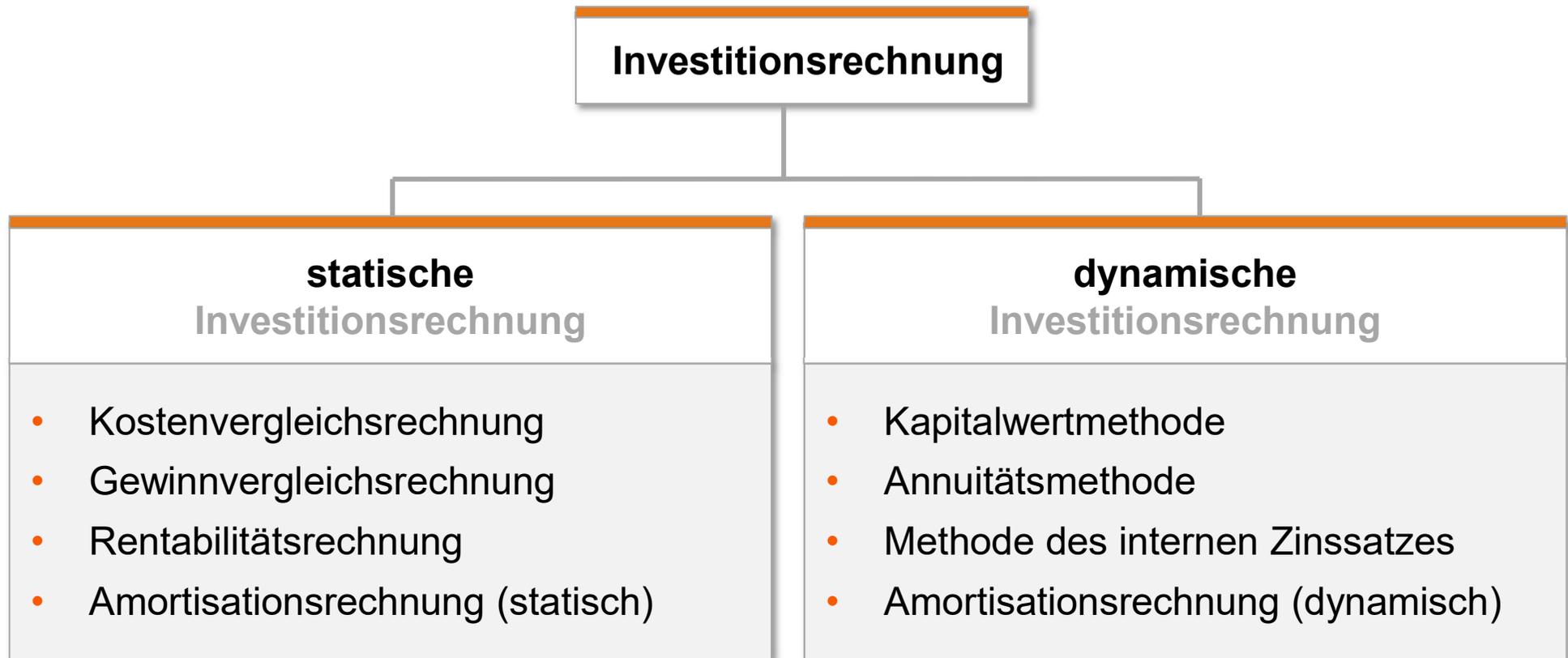
## Ziel von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

- Aussagen über die **finanziellen Auswirkungen** von Investitionen innerhalb eines angenommenen Betrachtungszeitraumes ermöglichen,
- Überprüfung der **Ertragsaussichten** des erforderlichen Kapitaleinsatzes im Betrachtungszeitraum,
- Bestimmung der Ausführungsvariante mit dem **geringsten wirtschaftlichen Risiko**.



- unterschiedliche **Zielsetzungen**
- verschiedene **Methoden** der Investitionsrechnung
- verschiedene **Maßstäbe zur Kennzeichnung** der Wirtschaftlichkeit

## Klassifizierung



## dynamische Investitionsrechnung

### Merkmale:

- exakte Berücksichtigung des zeitlichen Anfalls von Ein- und Auszahlungen,
- Zahlungen werden mit Hilfe der Zinseszinsrechnung auf einen gemeinsamen Vergleichszeitpunkt ab- oder aufgezinst,
- zeitabhängige Parameter, wie Zinssatz, Inflationsrate, Energie- und Betriebsstoffpreise werden berücksichtigt,
- die im Betrachtungszeitraum auftretenden bzw. zu erwartenden Kostensteigerungen können realistisch prognostiziert und in der Berechnung mit erfasst werden,
- Einnahmen und Ausgaben haben nicht nur über ihren Betrag, sondern auch über den Zeitpunkt des Cashflows einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis.



### Fazit:

- Dynamische Verfahren sind geeignet zur Beurteilung von langlebigen Investitionsvorhaben mit ihren Wechselwirkungen.
- Sie sind gut geeignet zur **exakten Wirtschaftlichkeitsberechnung**.

- Aktuelle Normensituation



- **VDI 2067-1 (Ausgabe 09/2012)**  
„Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen -  
Grundlagen und Kostenberechnung“

**VDI 6025 (Ausgabe 11/2012)**  
„Betriebswirtschaftliche Berechnungen für  
Investitionsgüter und Anlagen“

Die Richtlinie VDI 6025 ergänzt und erweitert die  
Richtlinienreihe VDI 2067, indem sie auch andere  
technische Bereiche einbezieht und allgemein für  
Investitionsgüter und technische Anlagen gilt.

## Kapitalwertmethode (VDI 6025)

Die Frage: „Wohin mit meinem Kapital?“

Geld in den Tresor



oder Investition?



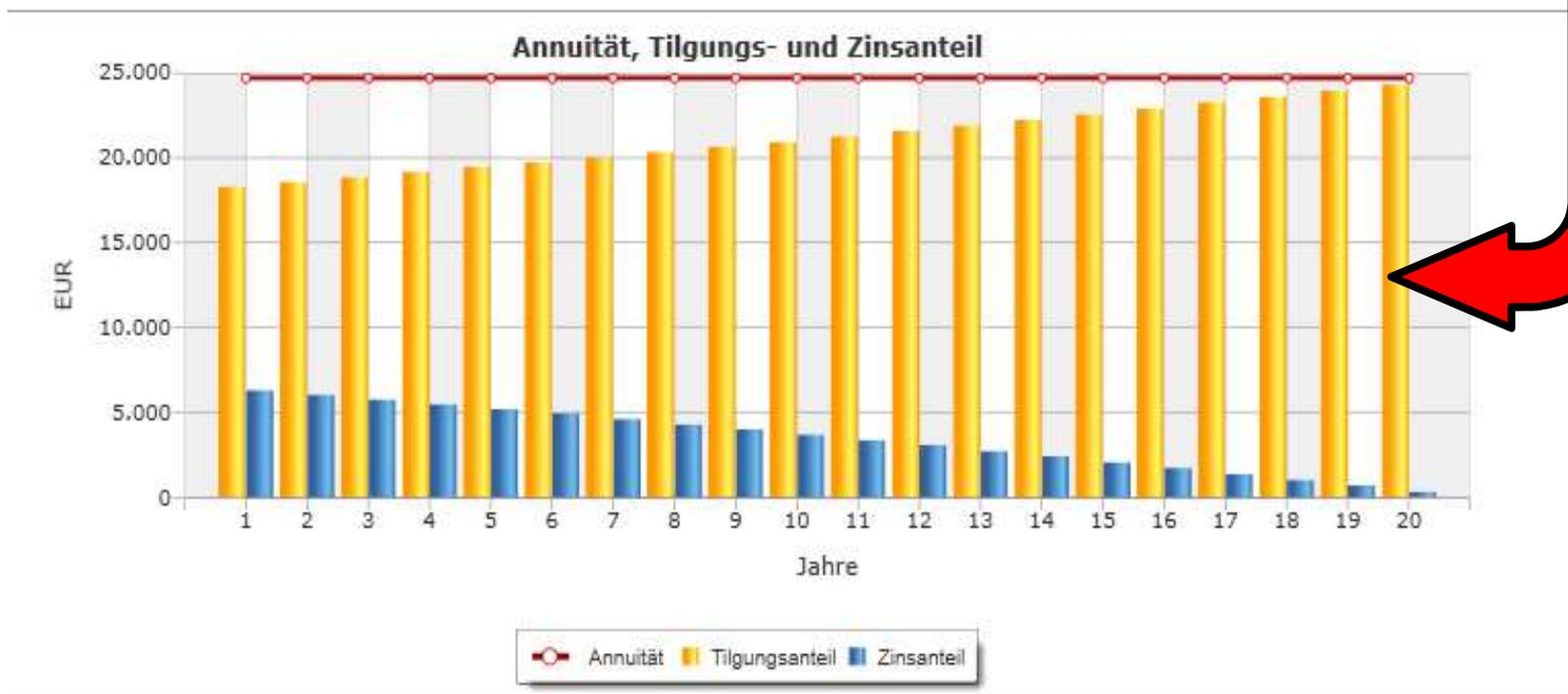
Legt man Kapital über einen Zeitraum ( $t$ ) in den Tresor, dann wird der Wert des Kapitals in Höhe der Inflation sinken.

Alternativ legt man sein Kapital „sinnvoll“ an und tätigt eine Investition.

Der Kapitalwert am Ende des Zeitraums ( $t$ ) sollte dann höher sein als zum Anfang des Betrachtungszeitraums.

## Annuitätsmethode (VDI 2067-1)

Es werden alle unterschiedlichen Kosten und Preisänderungen in konstante Zahlungen während des Betrachtungszeitraums transformiert.



## Amortisationsmethode (VDI 6025)

„Wann rechnet sich die Investition?“

„Die Frage nach dem Zeitpunkt!“



## Zinsfußmethode (VDI 6025)

Bei der Hausbank bekomme ich X %,  
bei Staatsanleihen Y %!  
Und bei meiner Immobilie?

„Die Frage nach der positiven  
Verzinsung“



## Einflussfaktoren



## Kostengruppen und Kostenarten

- Bei der Ermittlung der Kosten sind vier Kostengruppen zu berücksichtigen:



- Zur Beurteilung der Gesamtkosten ist prinzipiell die Summe aller Kostenarten herauszuziehen.
- Die wichtigsten Kostenarten der einzelnen Kostengruppen sind in VDI 2067, Anhang A, Tabelle A1 zusammengestellt.

## Kostengruppen - kapitalgebundene Kosten

- Investitionen für betriebstechnische Anlagenteile und die zugehörigen Bauteile
  - aus Kostenberechnungen oder
  - aus Ausschreibungsunterlagen
- Anschaffungszahlungen für Anlagenkomponenten
  - z.B. Wärmeerzeuger, Heizkörper, Ventilatoren, Antriebsmotoren usw.
  - auch Ersatzinvestitionen für Anlagenkomponenten
- Bauliche Anlagen
  - z.B. Technikzentralen
  - Schornsteine
- Maßnahmen zum Schall- und Wärmeschutz
- Anschlusskosten
  - in der Regel für Strom, Gas, Fernwärme usw.

## Kostengruppen - bedarfsgebundene Kosten

- Energiekosten
  - Hauptenergie
  - Hilfsenergie
  - Grundpreis, Arbeitspreis, Leistungspreis
- nicht leitungsgebundene Brennstoffe
  - feste und flüssige Brennstoffe
  - z.B. Kosten für das Einbringen in das Brennstofflager bzw. in den Brennstofflagerbehälter
- leitungsgebundene Energien oder Energieträger
  - z.B. Strom, Brenngas
- Kosten für Betriebsstoffe
  - Schmierstoffe, Additive, Chemikalien
- Messpreise
  - z.B. für Verbrauchserfassung

## Kostengruppen - betriebsgebundene Kosten

- Kosten für Instandsetzung
- Kosten für Wartung
- Kosten für Reinigung
- Kosten für Inspektion
- Kosten für Bedienung



Anlagenkomponente	Rechn. Nutzungsdauer	Aufwand für Instandsetzung $f_{Inst}$	Aufwand für Wartung und Inspektion $f_{W+Insp}$	Aufwand für Bedienen
<b>3 Erwärmtes Trinkwasser</b>				
<b>3.1 Nutzenübergabe</b>				
<b>3.1.1 Armaturen</b>				
Absperr- und Drosselarmaturen	15	1	1	0
Entnahmearmaturen	10	1	1	0
Sicherungs- und Sicherheitsarmaturen	15	1	2	0
<b>3.1.2 Rohrleitungen</b>				
Rohrleitungen für kaltes Trinkwasser	40	1	0	0
Rohrleitungen für warmes Trinkwasser bei günstigen Wasserhältnissen bzw. sachgemäßer Aufbereitung	30	2	0	0
Rohrleitungen für warmes Trinkwasser bei ungünstigen Wasserhältnissen bzw. ohne Aufbereitung	15	3	0	0
<b>3.1.3 Wärmedämmung von Rohrleitungen</b>	20	1	0	0
<b>3.1.4 Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen</b>	20	1,5	1	0
<b>3.1.5 Pumpen</b>	10	2	0	0
<b>3.1.6 Dezentrale Warmwasserversorgung</b>				
Elektronisch geregelter Durchlauferhitzer	15	1	0	0
Elektrischer Durchlauferhitzer	12	1	0	0
Elektrischer offener Speicher, 5 l bis 80 l	15	1	0,5	0
Elektrischer geschlossener Speicher	20	2	0,5	0
Speicher-Wassererwärmer mit Fremderwärmung	15	2	0,5	0
Gas-Durchlaufwasserheizer (DWH)	12	4	0,5	0

- Die Kosten für das Bedienen und Instandhalten sind Tabelle A2, Tabelle A3 und Tabelle A4 zu entnehmen.

## Kostengruppen - sonstige Kosten

- Kosten für Versicherungen
  - Steuern
  - Anteilige Verwaltungskosten
  - Allgemeine Abgaben
  - Gewinn
  - Verlust
- 
- Alle Kostenblöcke, die nicht in kapitalgebundenen, bedarfsgebundenen oder betriebsgebundenen Kosten angesetzt werden können, werden als sonstige Kosten aufgeführt.



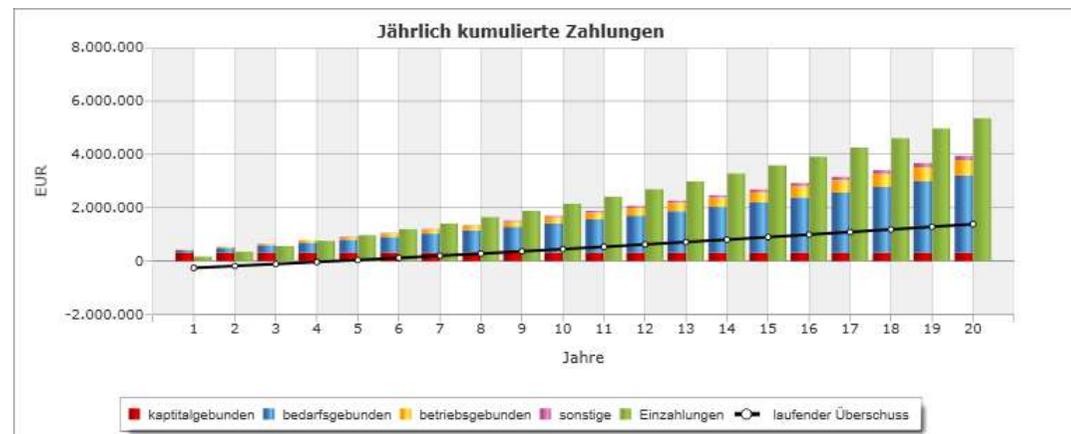
## Einzahlungen

- Einnahmen durch Wärme- oder Stromverkauf
- Mieteinnahmen
- Fördergelder
- Zuschüsse
- Auszahlungseinsparungen (gegenüber einer anderen Ausführungsvariante)
  - z.B. bedarfsgebundene Erlöse (Energieeinsparungen)
  - betriebsgebundene Erlöse (selbst durchgeführte Wartung)
- Die Einzahlungen sind je Periode zu prognostizieren und zusammen mit eventuellen Investitionssubventionen periodisch anzusetzen.

## Kostengruppen - Beispiel

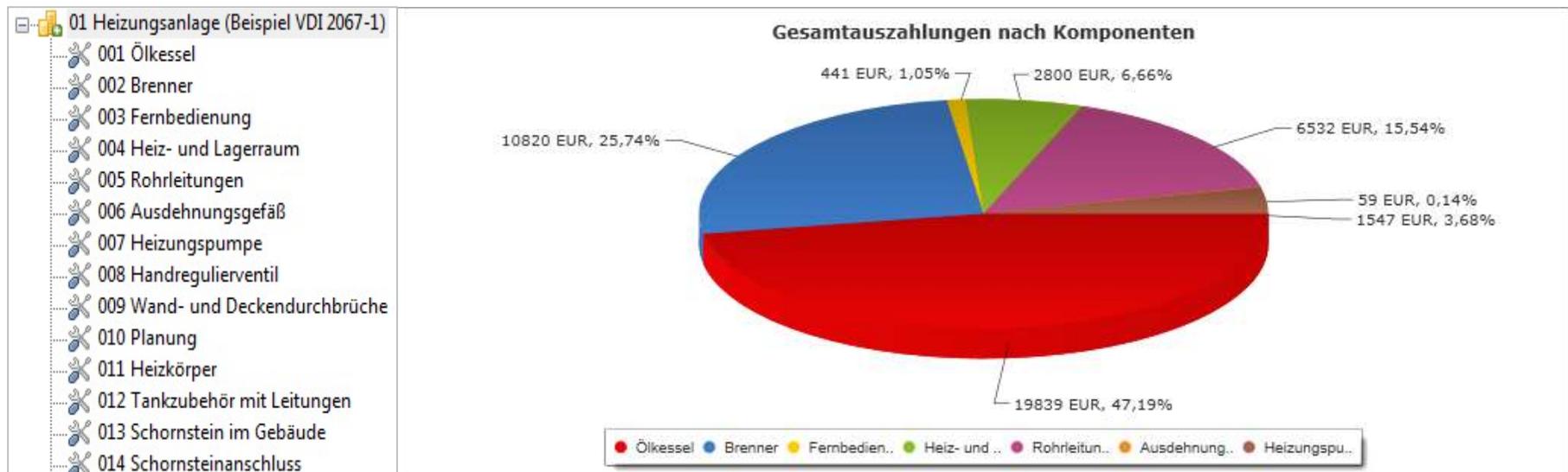
### Sanierung eines Mehrfamilienhauses:

- jährliche und jährlich kumulierte Ein- und Auszahlungen unterteilt nach Kostengruppen:



## Investitionsobjekt und Komponenten

- Ein Investitionsobjekt beinhaltet alle Zahlungen, die durch eine Neu- oder Erweiterungsinvestition bzw. durch eine Ersatz-, Umstellungs- oder Kosteneinsparungsinvestition hervorgerufen werden.
- Ein Investitionsobjekt besteht i. A. aus mehreren Anlagenkomponenten.
- Jede Komponente verursacht wiederum einzelne Aus- und / oder Einzahlungen.



## Betrachtungszeitraum

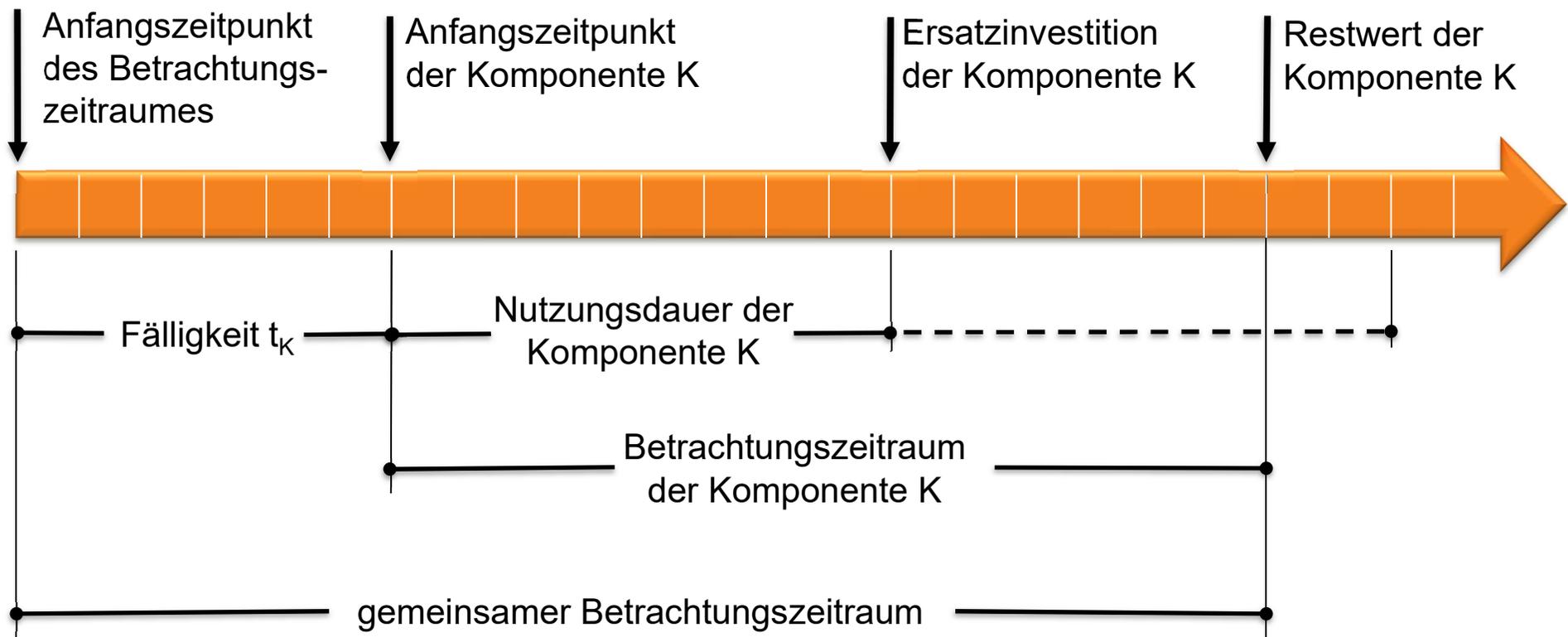
- **Zeitspanne des Planungsansatzes** für die Wirtschaftlichkeitsberechnung (Planungshorizont),
- Rechengröße, innerhalb dessen die Gesamtkosten betrachtet werden,
- Falls nichts anderes festgelegt wird, sind die folgenden Betrachtungsdauern nach VDI 2067-1, Tabelle 1, anzusetzen:

Teilsystem	Betrachtungszeitraum in Jahren (Empfehlung)
Heizung	20
Lüftungs- und Klima- anlagen	15
Aufzüge	15
Förderanlagen	20
Dach, Wand, Fassade	50
Sanitär	20
Schwachstromanlagen	15
Starkstromanlagen	20
MSR	

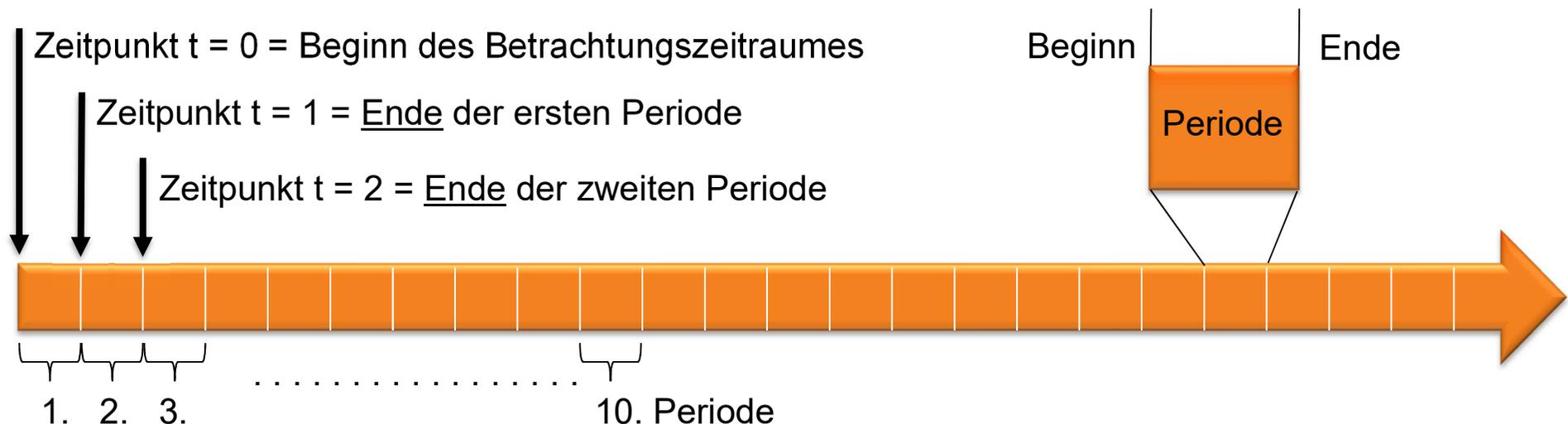
## Betrachtungszeitraum - Merksätze

- festzulegende und zu dokumentierende Zeitspanne,
- ist maximal mit dem Lebenszyklus identisch,
- wird in Absprache mit dem Auftraggeber festgelegt und dokumentiert,
- je nach Interessenlage zwischen 3...50 Jahre,
- rechnerische Nutzungsdauer der wesentlichen Komponenten,
- Orientierung möglichst an der Komponente mit der kürzesten Nutzungsdauer.
- Auf überschaubaren Zeitraum achten!
- Je länger der Betrachtungszeitraum gewählt wird, desto stärker wirken sich die Preissteigerungsansätze auf das Ergebnis aus.

## Betrachtungszeitraum und Nutzungsdauer



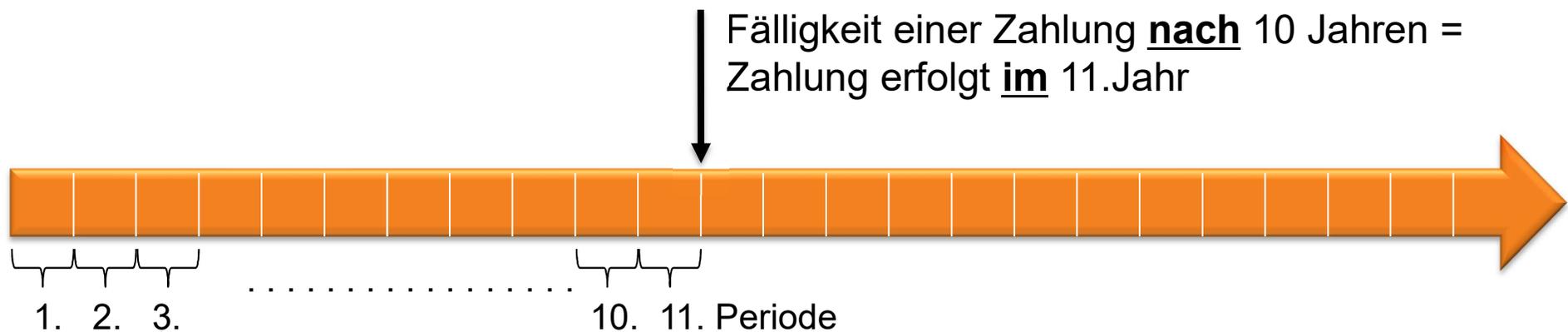
## Perioden und Fälligkeiten



- Alle Geldströme werden als Zahlungen am Ende der Periode behandelt.
- Fallen mehrere Zahlungen innerhalb einer Periode an, so sind sie auf das Ende der Periode aufzuzinsen und zu summieren. Diese Summe wird als eine Zahlung am Ende der Periode behandelt.
- Ausnahme: Investitionszahlungen (auch Ersatzinvestitionen) sind zu Beginn der Periode (sofort) fällig.

## Fälligkeiten von Zahlungen

- Die Fälligkeit gibt an, wann eine Ein- oder Auszahlung im Betrachtungszeitraum zu leisten ist.



Zahlung bearbeiten ✕

	<b>Zahlungsart</b>	<b>Fälligkeit</b>
	<input checked="" type="radio"/> Auszahlung <input type="radio"/> Einzahlung	<input type="radio"/> zum Anfangszeitpunkt der Komponente <input checked="" type="radio"/> nicht zum Anfangszeitpunkt, sondern nach <input type="text" value="10"/> Jahren

## Kalkulationszinssatz

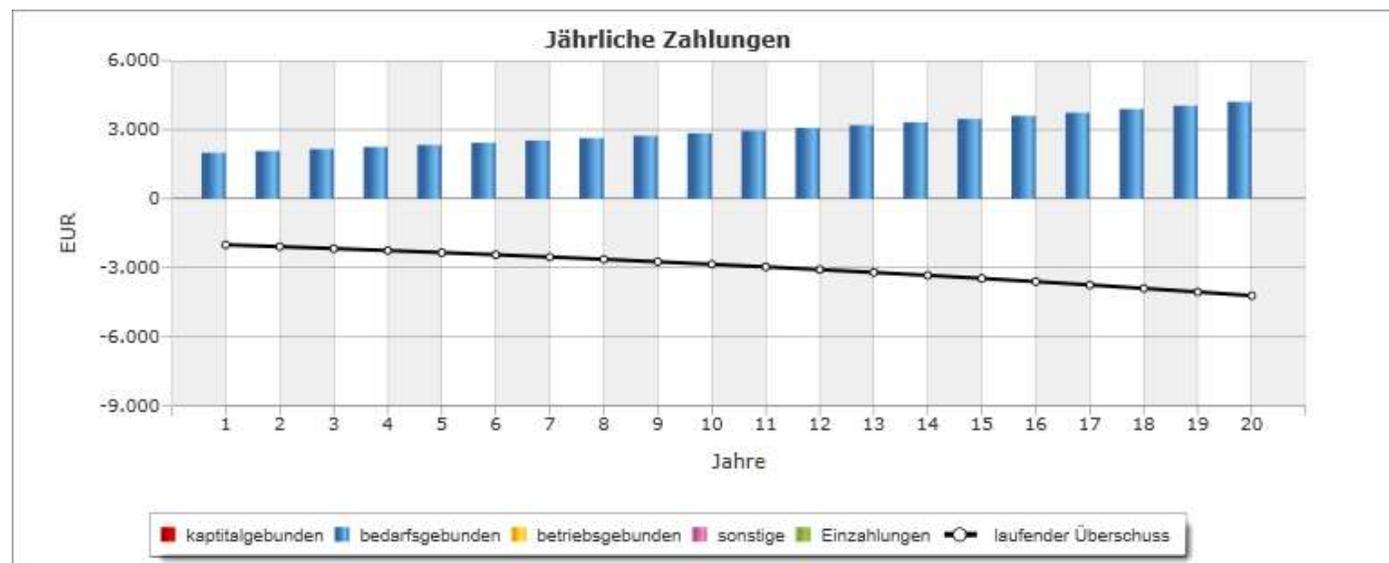
- Der für die Berechnung von Bar- und Kapitalwerten bzw. zur Abzinsung der Zahlungsgrößen eines Investitionsobjekts erforderliche Zinssatz wird als Kalkulationszinssatz bezeichnet.
- Aus ökonomischer Sicht lässt er sich z.B. als **Vergleichszinssatz** interpretieren.
- Er orientiert sich am zu erwartenden marktüblichen Zinssatz während des Betrachtungszeitraums und kann sich gegebenenfalls ändern.
- Wird ein Investitionsobjekt nur mit **Fremdkapital** finanziert, ist als Kalkulationszinssatz der Fremdkapitalzinssatz anzusetzen.
- Werden bei größeren Investitionsobjekten verschiedene Fremdkapitalbeträge mit unterschiedlichen Fremdkapitalzinssätzen zur Finanzierung eingesetzt, ist als Kalkulationszinssatz der durchschnittliche Fremdkapitalzinssatz anzusetzen.
- Sofern ein Investor nur **Eigenkapital** zur Finanzierung verwendet, ist als Kalkulationszinssatz die vom Investor erwartete Mindestrendite für sein Eigenkapital anzusetzen.

## Preisänderungssätze

- Der Preisänderungssatz gibt an, um wie viel Prozent die Zahlung der Folgeperiode höher (positiver Wert von  $j$ ) oder niedriger (negativer Wert von  $j$ ) ist als die Zahlung in der Periode zuvor.

### Beispiel:

- Bei einer Preissteigerung von 4.0 %/a wird aus einer Zahlung von **2.000 €/a** nach 20 Jahren eine Zahlung von **4.214 €/a**.

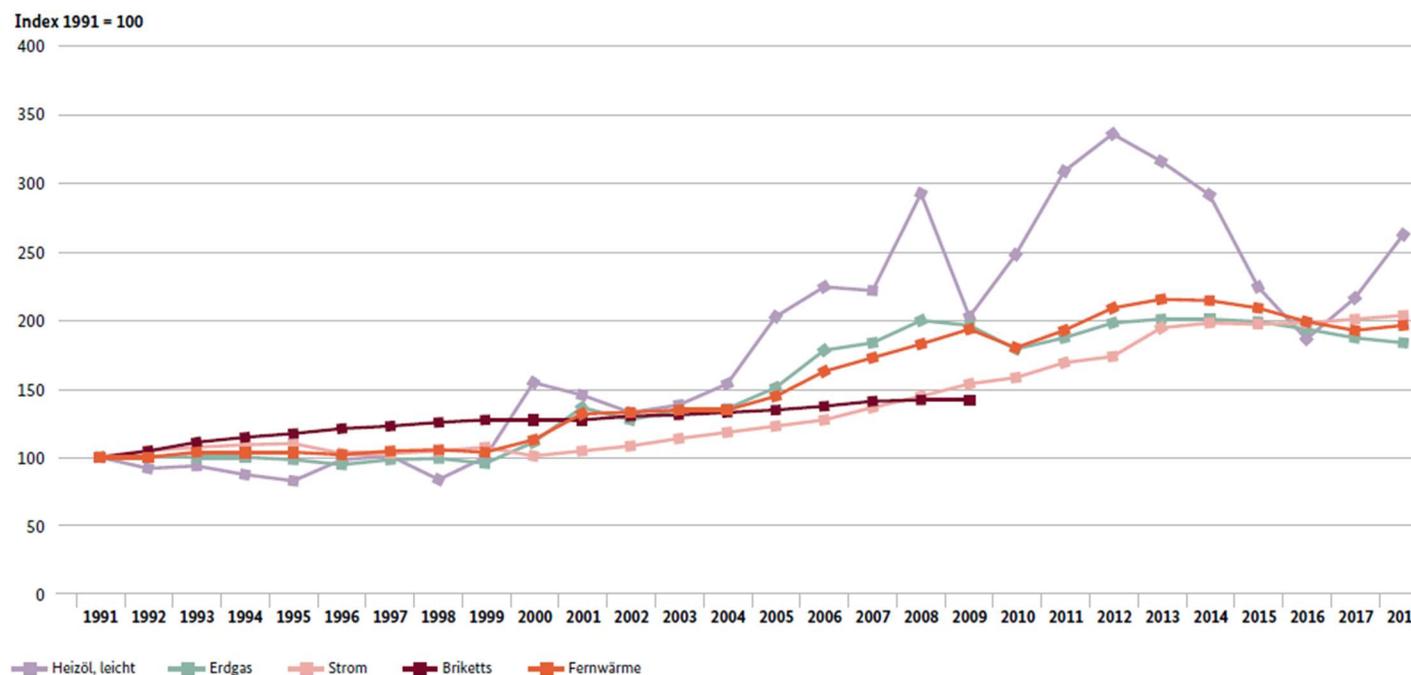


## Preisänderungssätze

### Beispiel:

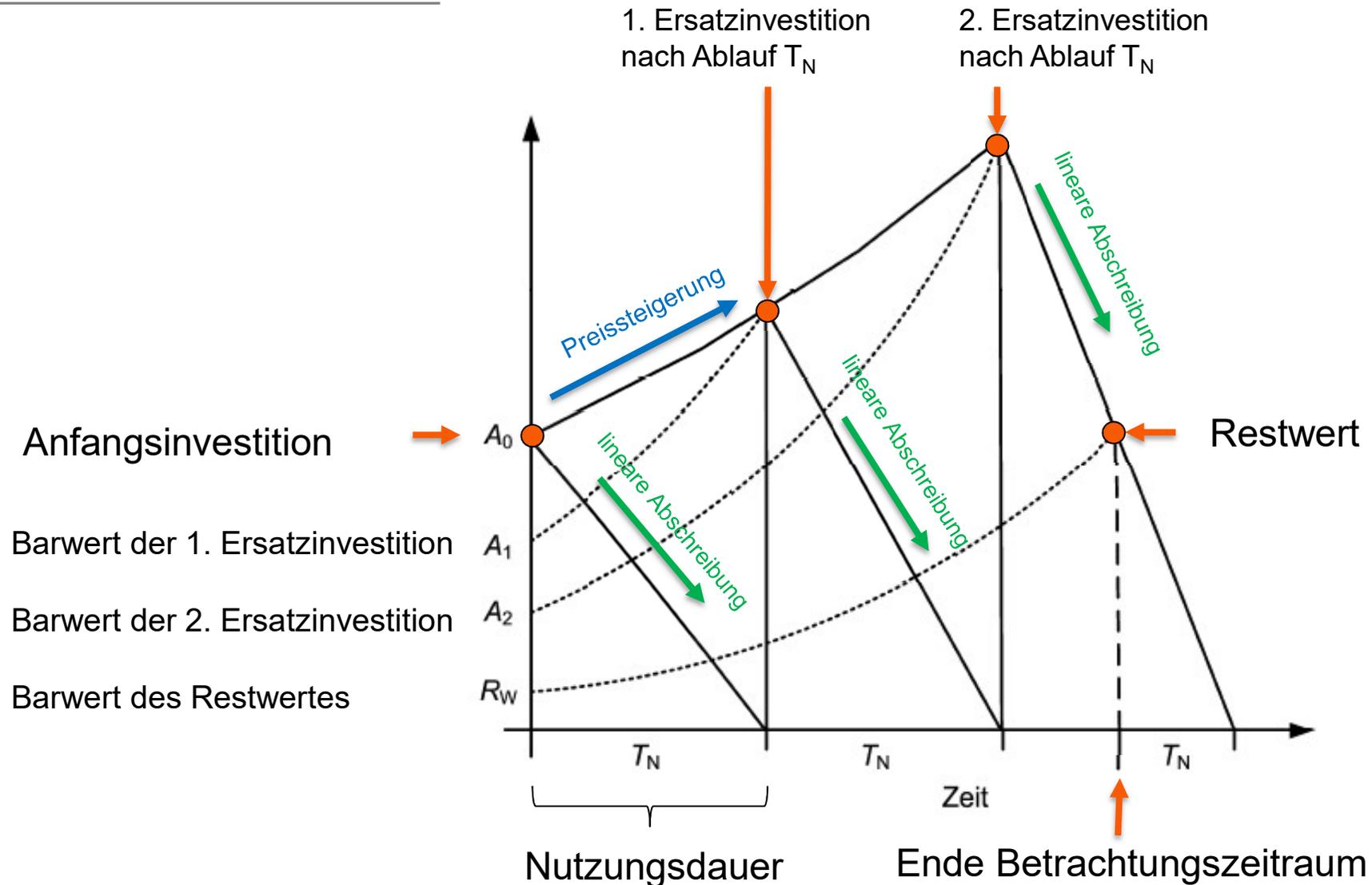
- Der Strom-Verbraucherindex stieg von 1991 bis 2018 um ca. 100%.
- Der Erdgas-Verbraucherindex stieg um ca. 85%.

35. Entwicklung der Energiepreise privater Haushalte

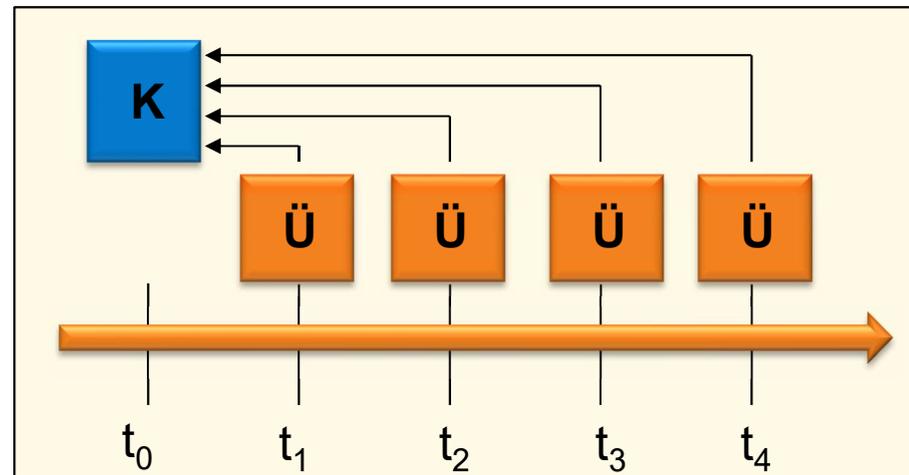


Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) auf der Basis der Indexwerte des Statistischen Bundesamts (StBa)

## Ersatzinvestitionen



## Kapitalwertmethode



- Eine Investition löst eine Folge von Zahlungsüberschüssen (Ü) zu den Zeitpunkten  $t_n$  aus.
- Da die Zahlungen zu verschiedenen Zeitpunkten anfallen, können sie nur unter Berücksichtigung von Zinsen miteinander verrechnet werden (auf- oder abzinsen).
- Unter dem Kapitalwert K versteht man die Summe der auf den Anfangszeitpunkt  $t_0$  abgezinsten Zahlungen.
- Der Kapitalwert ist somit der **erwirtschaftete Überschuss einer Investition am Anfang des Betrachtungszeitraumes.**

## Kapitalwertmethode - Berechnung

- allgemeingültige Gleichung zur Berechnung des Kapitalwertes:

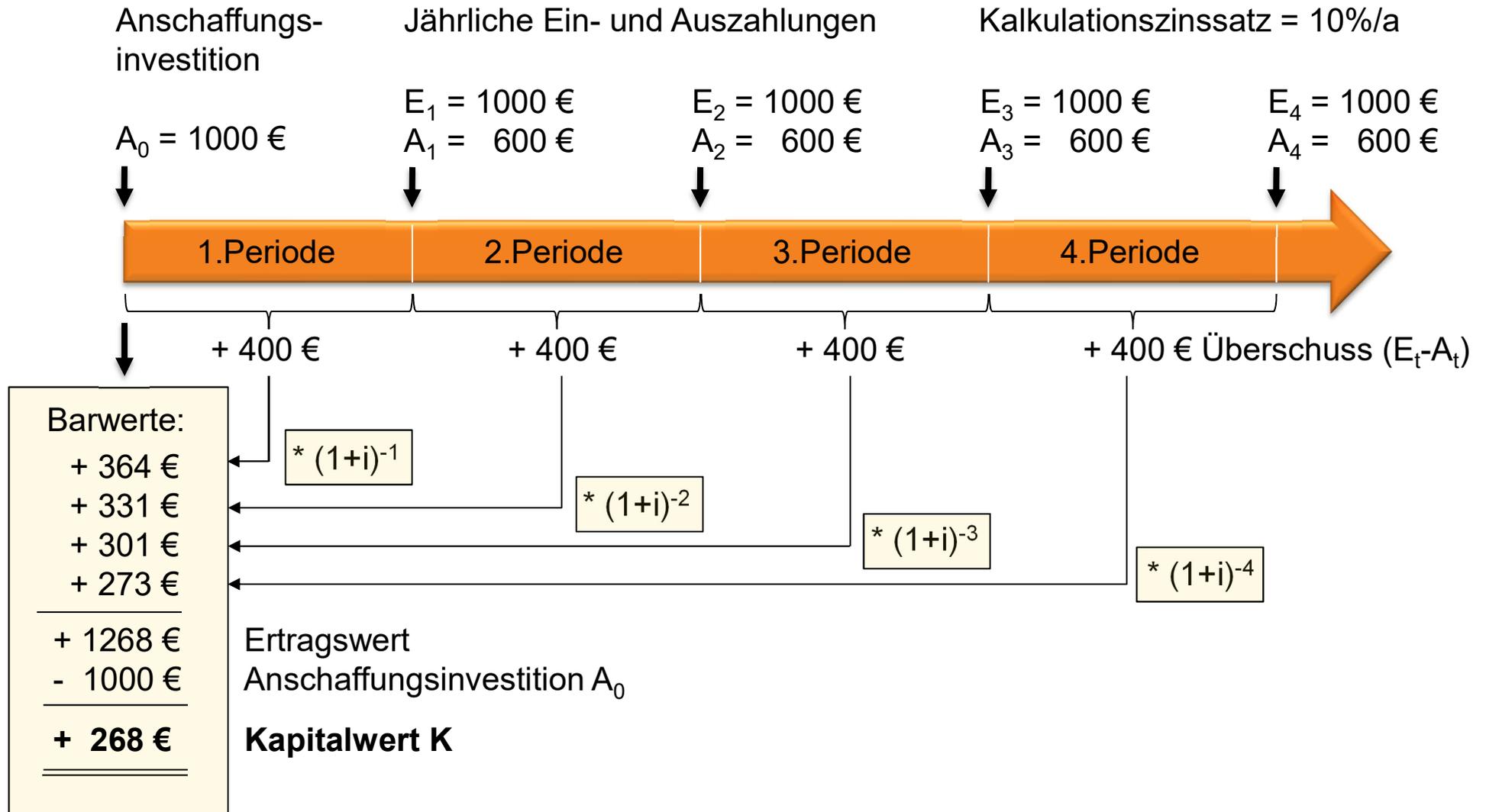
$$K = \sum_{t=0}^T \frac{E_t - A_t}{(1+i)^t}$$

K	Kapitalwert
t	laufende Nummer der Periode
T	Betrachtungszeitraum
$E_t$	Einzahlungen am Ende der Periode t
$A_t$	Auszahlungen am Ende der Periode t
i	Kalkulationszinssatz

- Kapitalwertgleichung unter der Voraussetzung, dass alle Investitionszahlungen zum Zeitpunkt  $t = 0$  erfolgen und wenn durch Liquidation (Verkauf) ein Erlös erzielt werden kann:

$$K = -A_0 + \sum_{t=1}^T \frac{E_t - A_t}{(1+i)^t} + \frac{\text{Restwert}}{(1+i)^T}$$

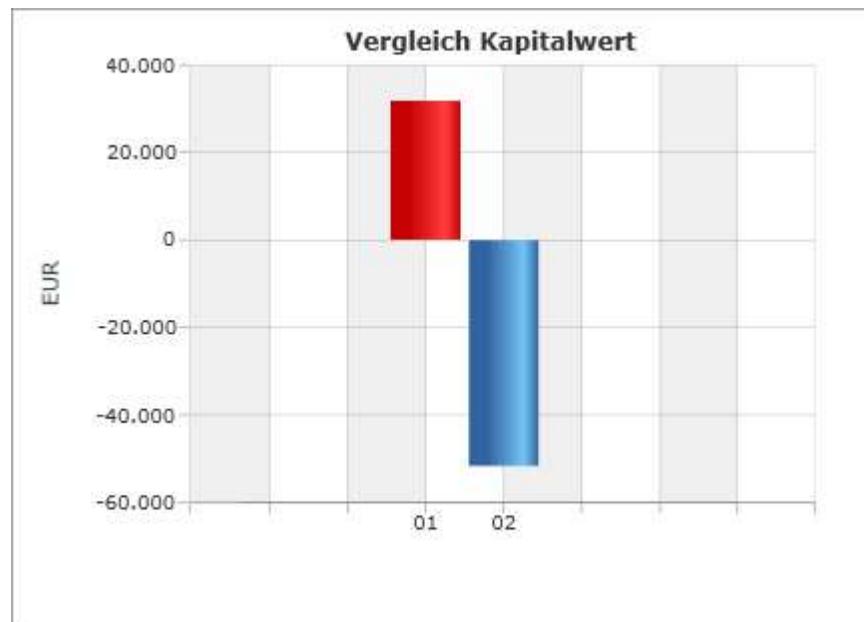
## Kapitalwertmethode - Beispiel



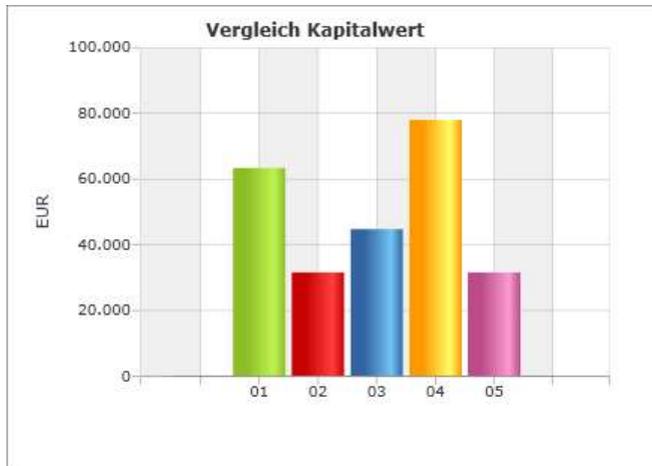
## Kapitalwertmethode - Beurteilung

### Die Wirtschaftlichkeit eines Einzelobjektes wird folgendermaßen beurteilt:

- ist der Kapitalwert  $> 0$ , so besteht Wirtschaftlichkeit,
- ist der Kapitalwert  $< 0$ , so besteht keine Wirtschaftlichkeit,
- ist der Kapitalwert  $= 0$ , so besteht ein Grenzfall zwischen Wirtschaftlichkeit und Unwirtschaftlichkeit.



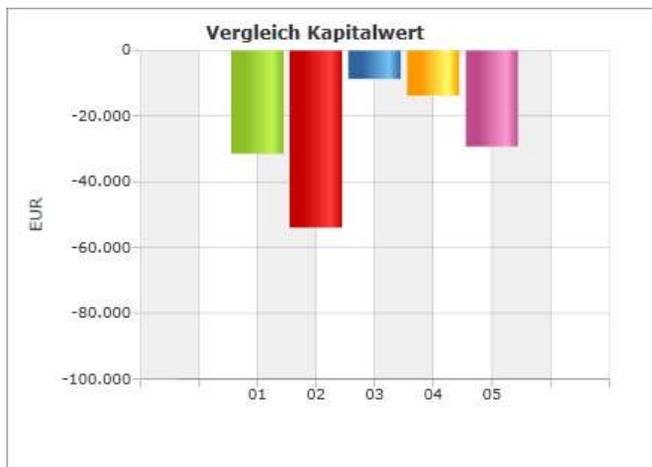
## Kapitalwertmethode - Beurteilung



Beispiel 1:

Objekt **mit** Einzahlungen (z.B. Stromverkauf)

- **absolute** Vorteilhaftigkeit:  
alle Varianten (01...05) dieses Investitionsobjektes sind **wirtschaftlich** (Kapitalwert > 0).

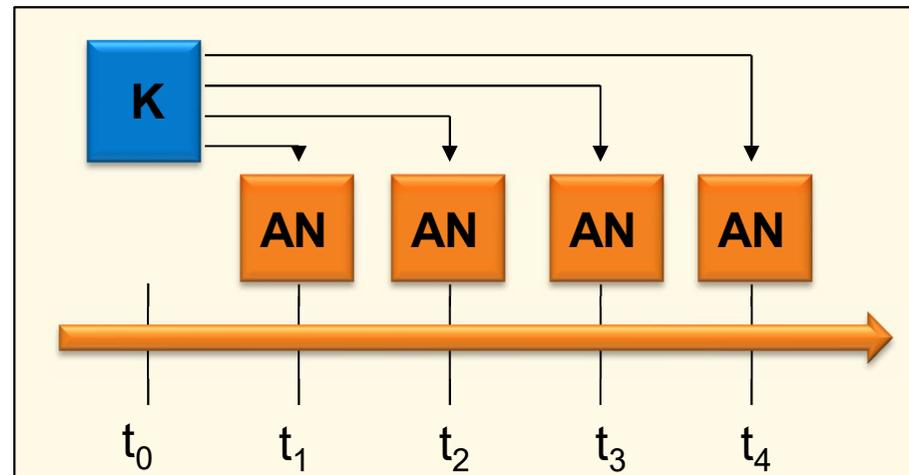


Beispiel 2:

Objekt **ohne** Einzahlungen (nur Auszahlungen)

- **absolute** Vorteilhaftigkeit:  
alle Varianten (01...05) dieses Investitionsobjektes sind **unwirtschaftlich** (Kapitalwert < 0),
- **relative** Vorteilhaftigkeit:  
Variante 03 ist die „wirtschaftlichste Variante“, da sie den größten Kapitalwert besitzt.

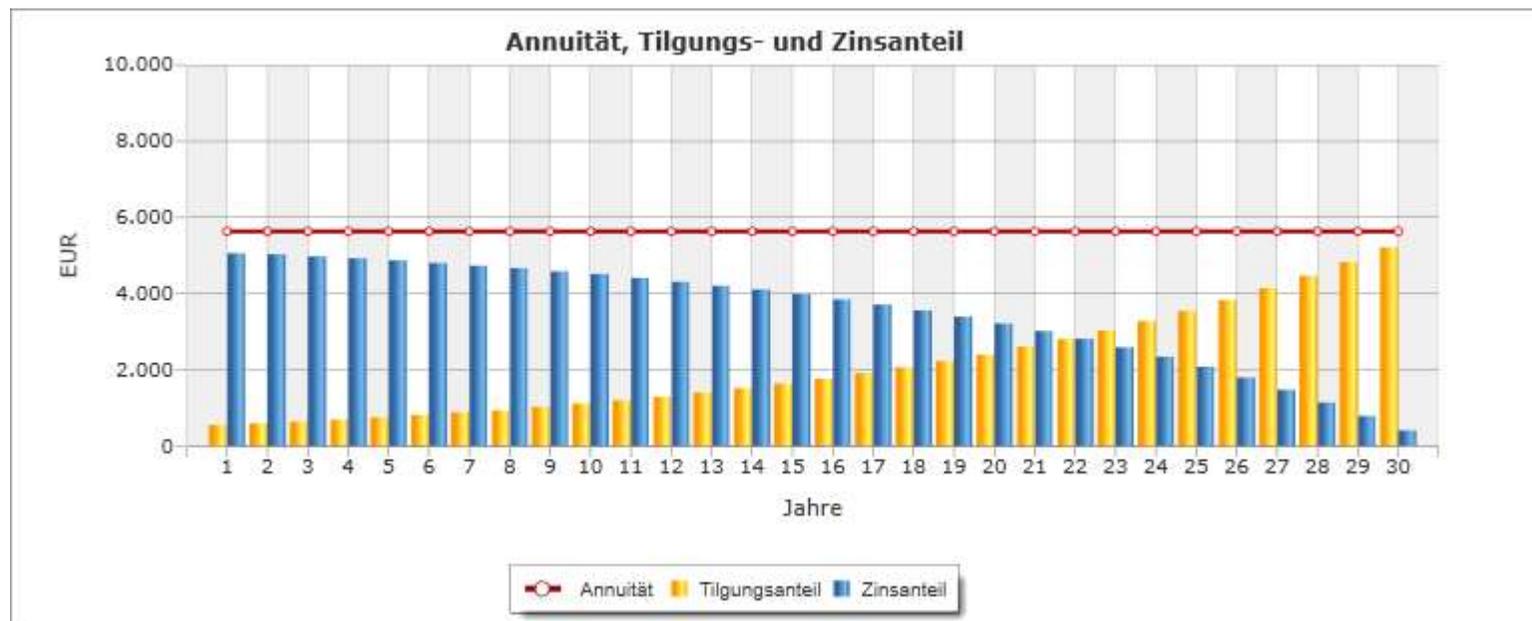
## Annuitätsmethode



- Bei der Annuitätsmethode werden nichtperiodische Zahlungen und periodische Zahlungen mit veränderlichen Beträgen während eines Betrachtungszeitraumes in periodisch konstante Zahlungen transformiert.
- Eine Annuität (AN) ist somit **eine Folge gleich hoher Zahlungen**, die in jeder Periode des Betrachtungszeitraumes anfallen.
- Im Gegensatz zur Kapitalwertmethode wird also nicht der Gesamtzielwert ermittelt, sondern der Zielwert pro Periode.

## Annuitätsmethode

- Die Annuität als der ermittelte, periodisch konstante Betrag kann somit aufgefasst werden als ein **Zinsanteil und Tilgungsanteil** für rückzuzahlendes Kapital in Höhe des Kapitalwertes.



## Annuitätsmethode

- allgemeingültige Gleichung zur Berechnung der Annuität:

$$AN = K * \frac{(1 + i)^T * i}{(1 + i)^T - 1}$$

K	Kapitalwert
t	laufende Nummer der Periode
T	Betrachtungszeitraum
AN	Annuität
i	Kalkulationszinssatz

- Der Faktor  $\frac{(1 + i)^T * i}{(1 + i)^T - 1}$  wird als Annuitätsfaktor (a) oder als Wiedergewinnungsfaktor bezeichnet.
- Die Annuität eines Investitionsobjektes ist dem Kapitalwert des gleichen Objektes äquivalent.

## Amortisationsmethode

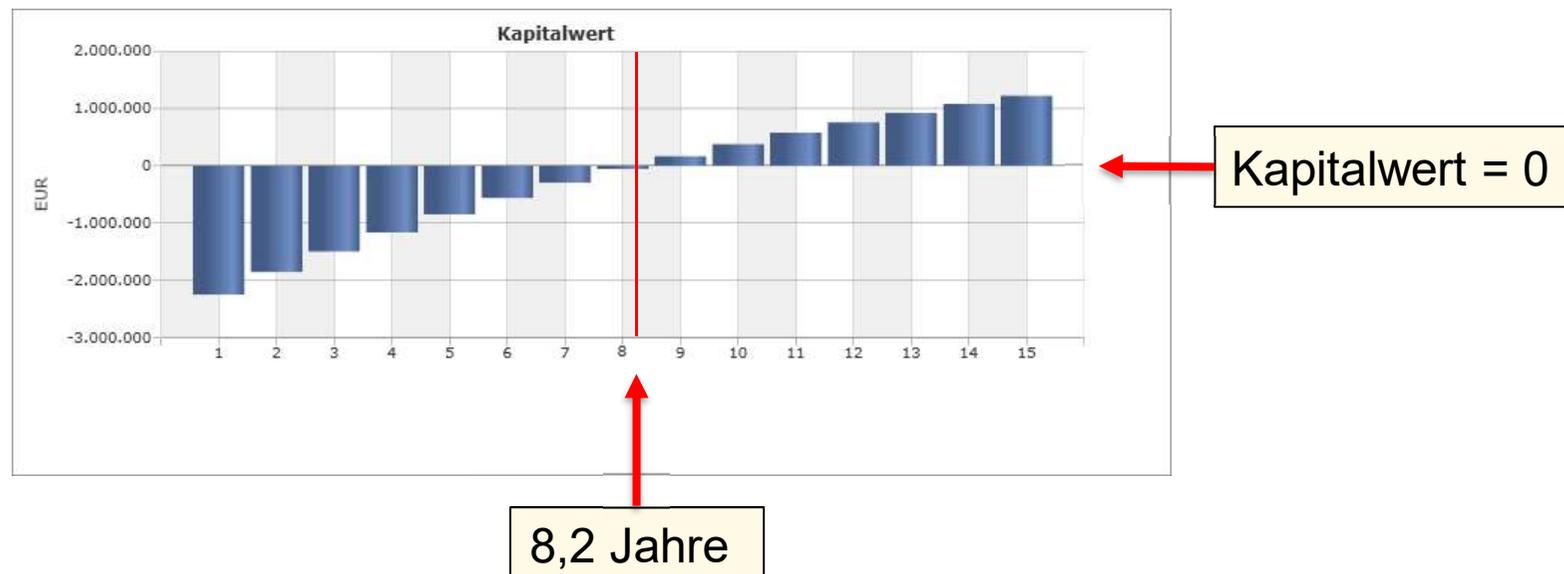
- Mit der Amortisationsmethode ermittelt man folgende Informationen:
  - Amortisationsdauer als **Kriterium zur Risikoabschätzung** des Kapitaleinsatzes,
  - Amortisationsdauer als **Beurteilungsmaß für die künftige Liquidität** aufgrund des Kapitalrückflusses.
- Die Amortisationsmethode wird zur Ermittlung des Rückgewinnungszeitraums für das eingesetzte Kapital verwendet.
- Die Amortisationsdauer ist eine wesentliche Kenngröße zur Beurteilung des Risikos und der Liquiditätsauswirkungen von Investitionen.
- Je kürzer die Amortisationsdauer, desto geringer ist das Verlustrisiko und um so unproblematischer ist die Liquiditätslage.

### **Hinweis:**

- Die Anwendung der Amortisationsmethode erfordert stets den Ansatz von Einzahlungen oder Auszahlungseinsparungen.

## Amortisationsmethode

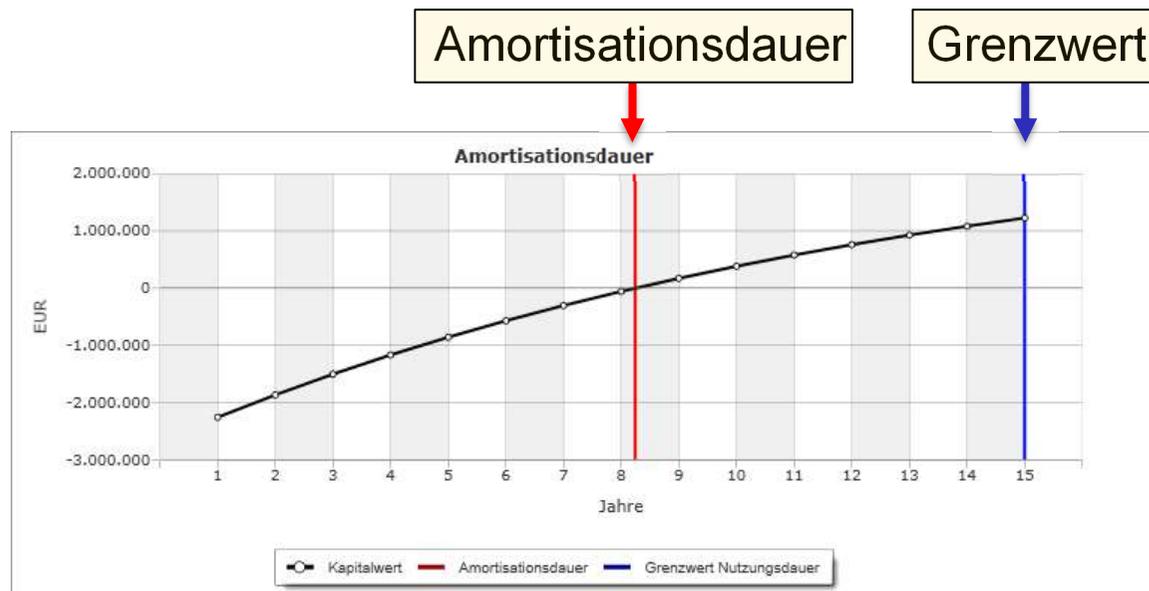
- Die Amortisationsdauer als Kapitalrückflusszeit ist der Zeitraum, in welchem der **kumulierte** Kapitalwert den Wert Null erreicht.



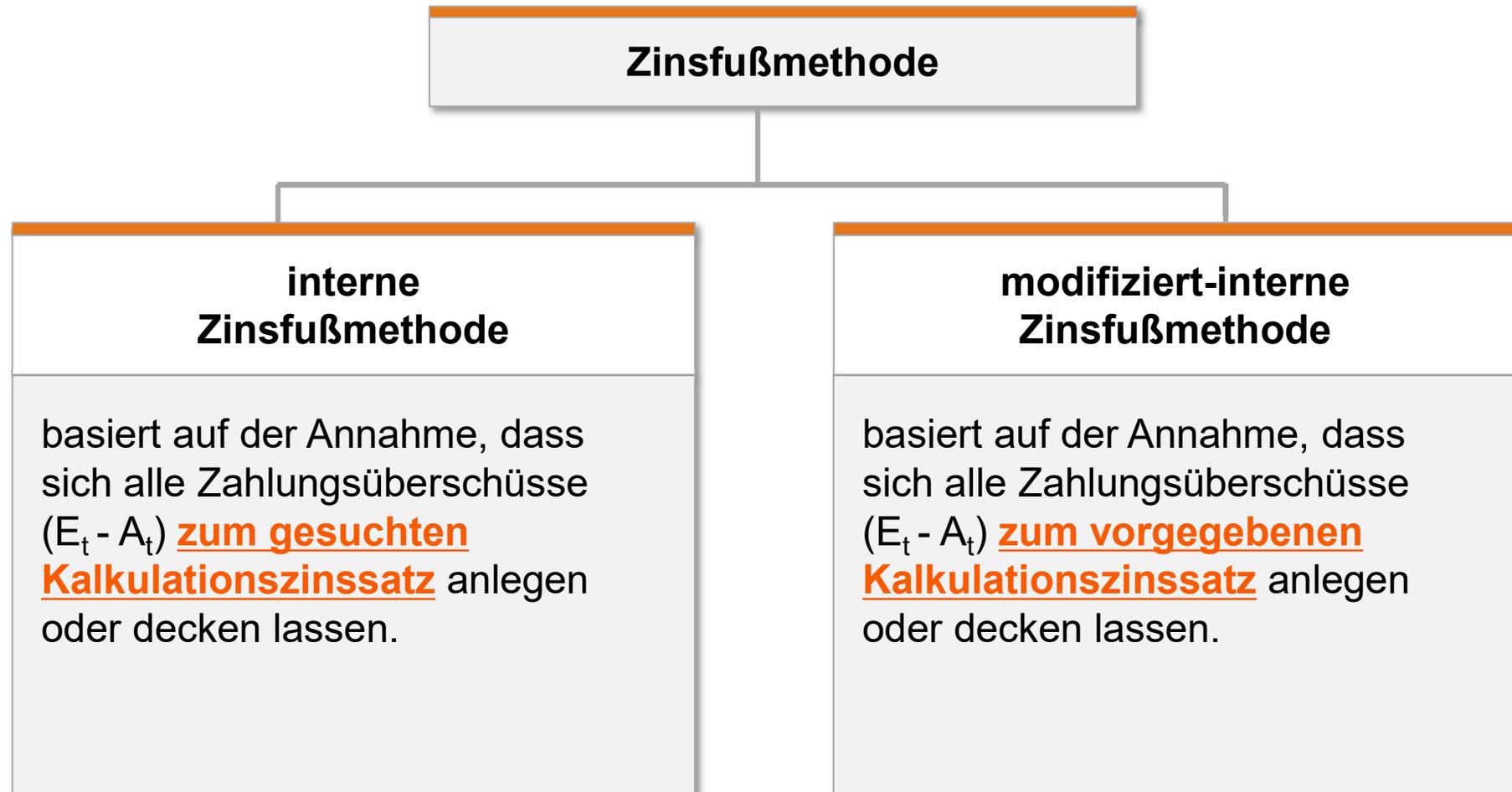
## Amortisationsmethode - Beurteilung

### Festlegung eines Grenzwertes (Vergleichswert)

- Um die Wirtschaftlichkeit beurteilen zu können, muss die berechnete Amortisationsdauer mit einem festgelegten **Grenzwert** verglichen werden.
  - Grenzwert entspricht der Komponente mit der **kürzesten Nutzungsdauer** bzw.
  - der Nutzungsdauer der **kapitalintensivsten Komponente**.



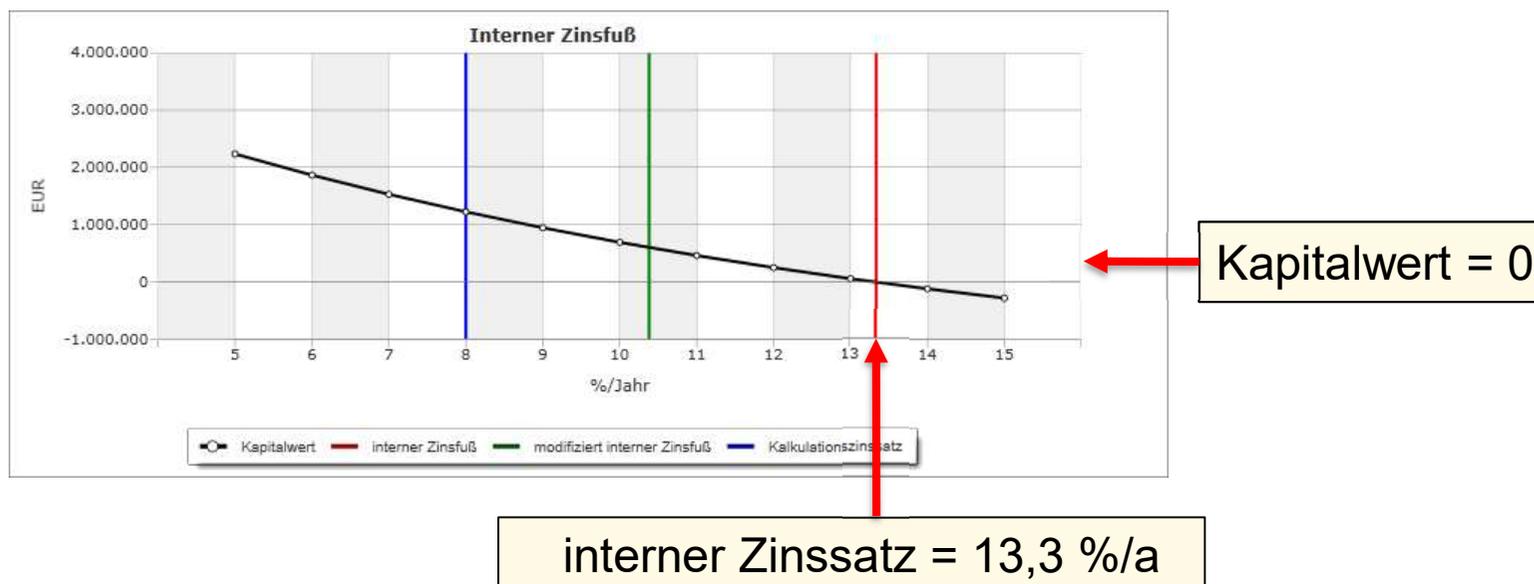
## Zinsfußmethode



## Zinsfußmethode

### Interne Zinsfußmethode:

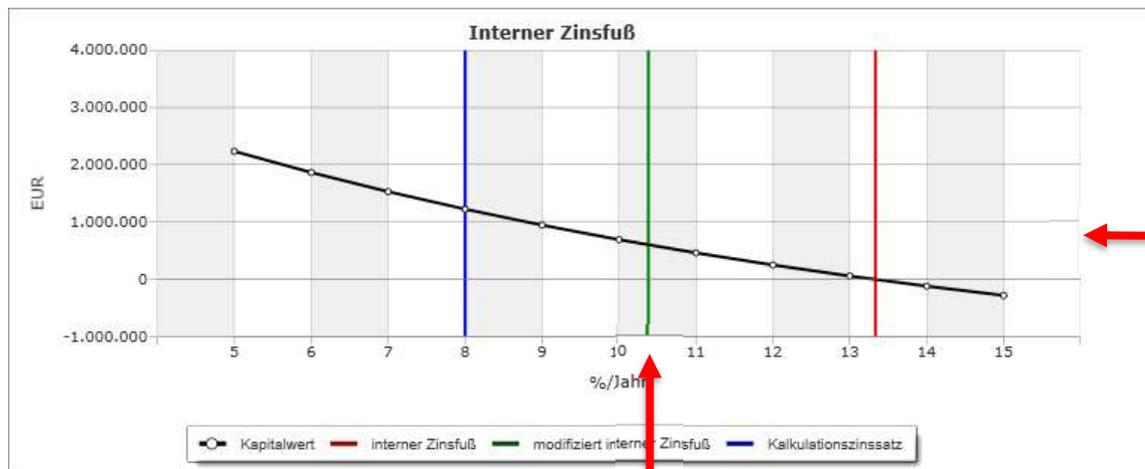
- Der interne Zinsfuß zeigt die **tatsächliche objektive Rendite** des Investitionsobjektes (Effektivverzinsung). Er entspricht der Effektivverzinsung einer Investition vor Abzug der Zinszahlungen.
- Die objektive, tatsächliche Rendite des Projekts ist dort, wo der gewählte Zinssatz zu einem **Kapitalwert von Null** führt.



## Zinsfußmethode

### Modifiziert-interne Zinsfußmethode:

- Der modifiziert-interne Zinsfuß gibt die Wirtschaftlichkeit eines Investitionsobjekts als durchschnittlichen Zinssatz des eingesetzten Kapitals an.



Kapitalwert = 615.000 €

modifiziert-interner Zinssatz = 10,4 %/a

## Kombination der Methoden

- Die verschiedenen Methoden führen **nicht stets zur gleichen Beurteilung** und nicht zu gleichen Ergebnissen.
- Die verschiedenen Methoden unterscheiden sich durch die ihnen zugrunde liegenden **Prämissen** und durch die verfolgten **Zielsetzungen**:

### **Kapitalwert-, Annuitäts-, Zinsfußmethode**

 Streben nach maximalen Verzinsungen oder maximalen Kapitalwerten bzw. Annuitäten.

### **Amortisationsmethode**

 Optimierung des Zeitpunktes, zu dem die Auszahlungen – einschließlich des Investitionsbetrags – gerade durch die Einzahlungen gedeckt werden  
→ Deckungsbeitrag der Auszahlungen.

## Kombination der Methoden

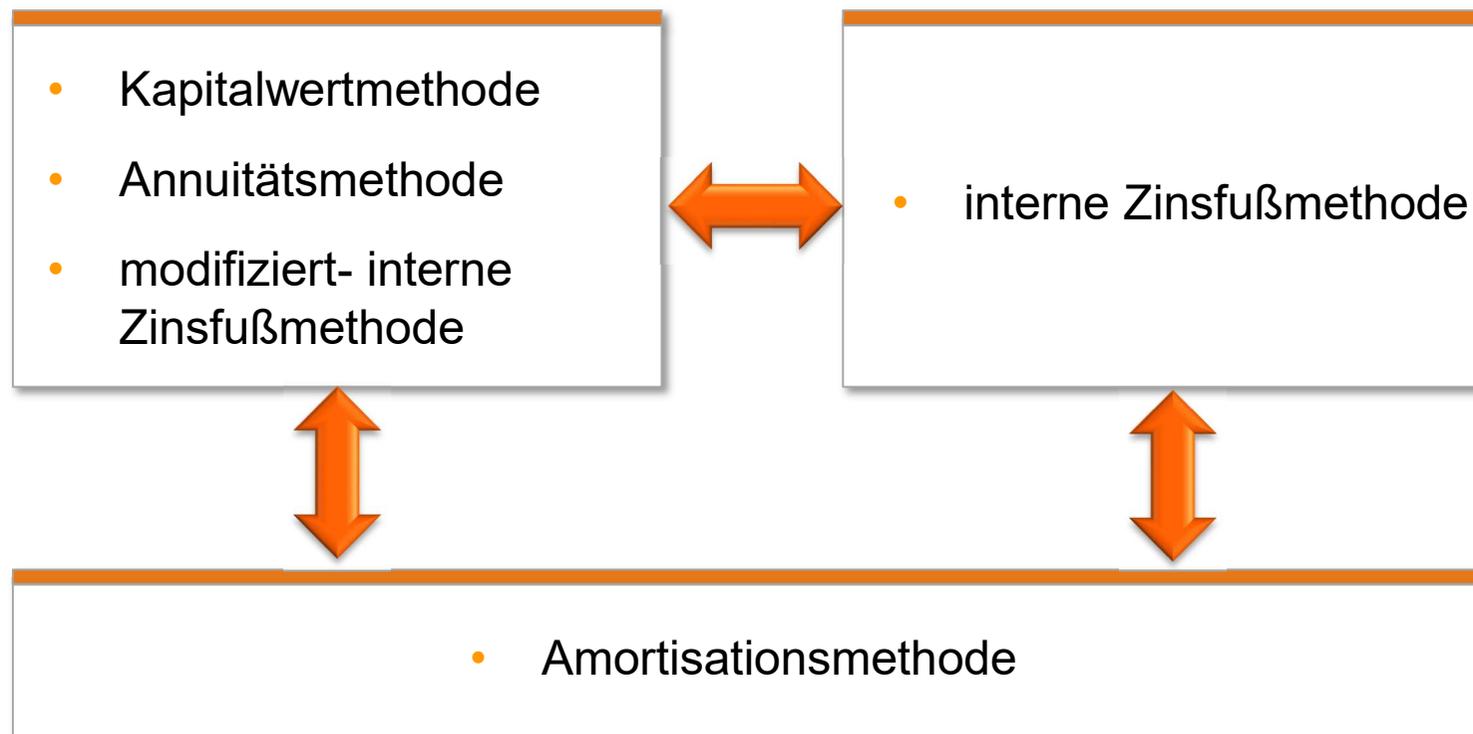
	1. Variante	2. Variante	3. Variante
Amortisationszeit	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre

## Kombination der Methoden

	1. Variante	2. Variante	3. Variante
Amortisation	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre
Kapitalwert	50.000,-€	80.000,-€	140.000,-€

## Kombination der Methoden

- Investoren, die mehrere Zielsetzungen verfolgen, sollten die Amortisationsmethode kombiniert mit der Kapitalwert- oder Annuitätsmethode oder einer Zinsfußmethode anwenden.



**Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit!**

