

Störungen in industriellen Produktionen

AWF-Arbeitsgemeinschaft „Methoden und Verfahren zur Beherrschung der Produktionslogistik“

Gregor von Cieminski MEng

Dipl.-Ing. Marcel Beller

2. Sitzung, BrazeTec GmbH
Hanau, 10. Juli 2003



Lehrstuhl für Fabrikorganisation
Prof. Dr.-Ing. A. Kuhn



Gliederungspunkte

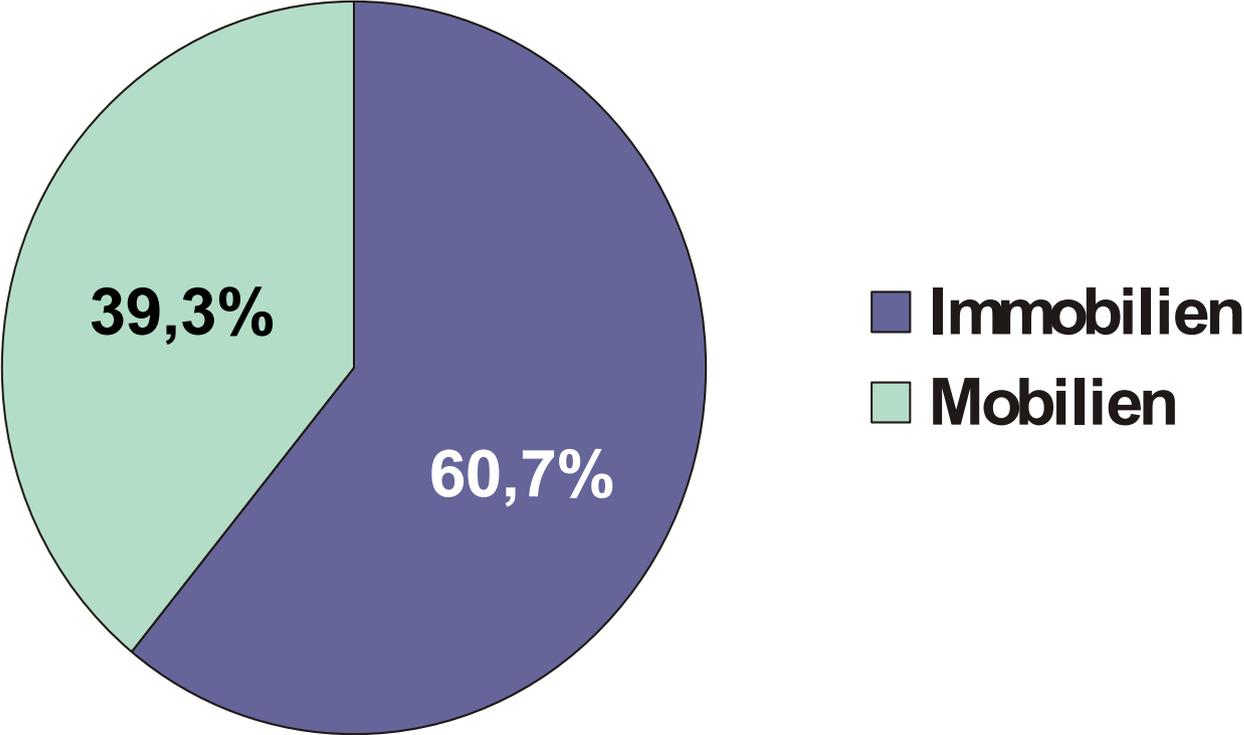
- 1. Wirtschaftliche Bedeutung der Instandhaltung**
- 2. Definition des Begriffs „Störung“ und Störungsarten**
- 3. Kennzahlen des Störungsmanagement**
- 4. Notfallstrategien bei Eintreten von Störungen**
- 5. Methoden zur Vermeidung von Störungen**

Störungen in industriellen Produktionen

1. Wirtschaftliche Bedeutung der Instandhaltung

Jährlicher Instandhaltungsaufwand der Industrie in Deutschland

Instandhaltungsaufwand 2001: ca. 100 Mrd. Euro



Volkswirtschaftlicher Umsatz der umsatzstarken Industriezweige

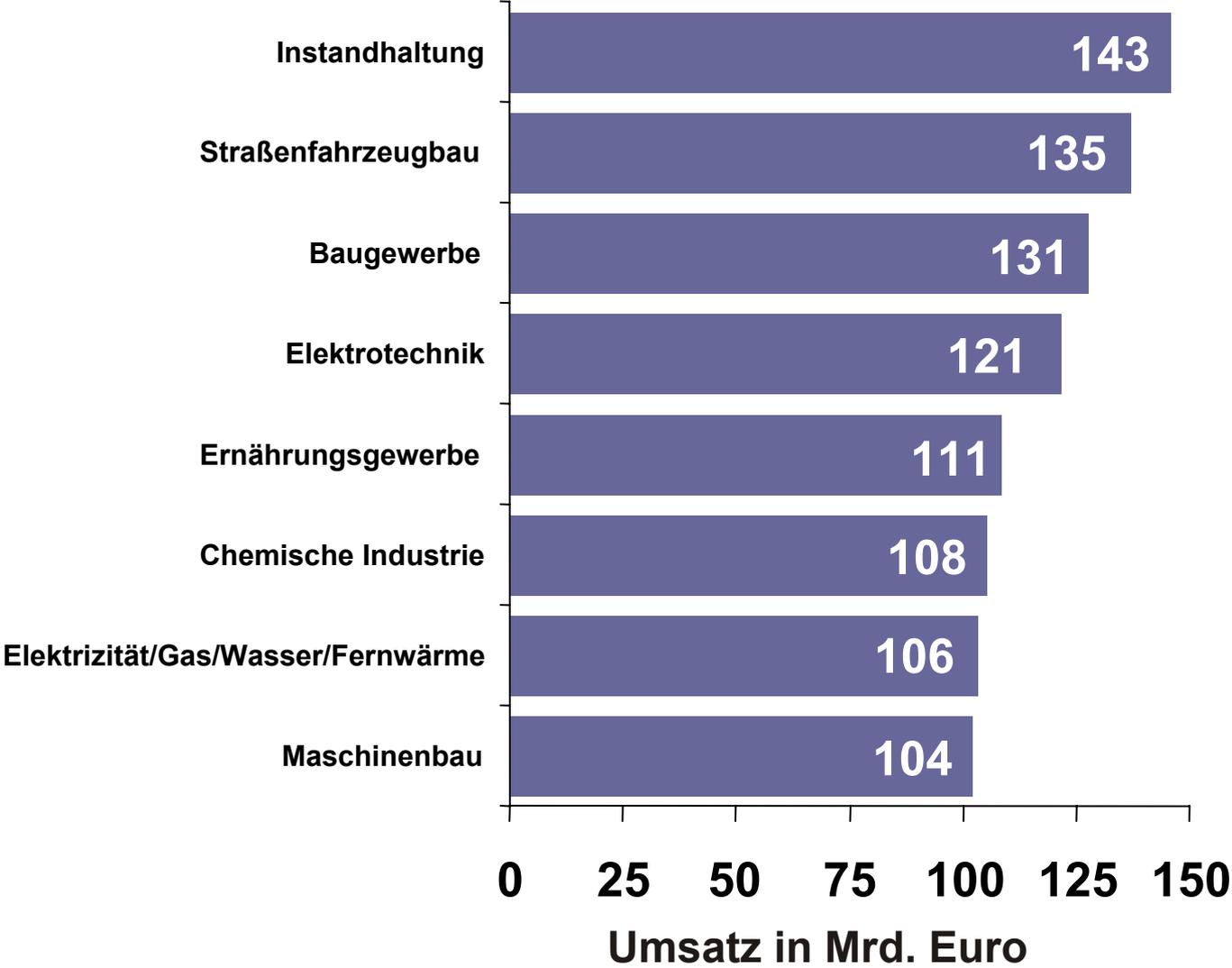


Bild 4

Störungen in industriellen Produktionen

2. Definition des Begriffs „Störung“ und Störungsarten

Fehler:

„unzulässige Abweichung eines Merkmals vom Sollverhalten“
→ Funktionsfähigkeit kann trotzdem erreicht werden

Störung:

„wahrnehmbarer Grad der Nichterfüllung der Funktion“
→ Beeinträchtigung der Funktion

Ausfall:

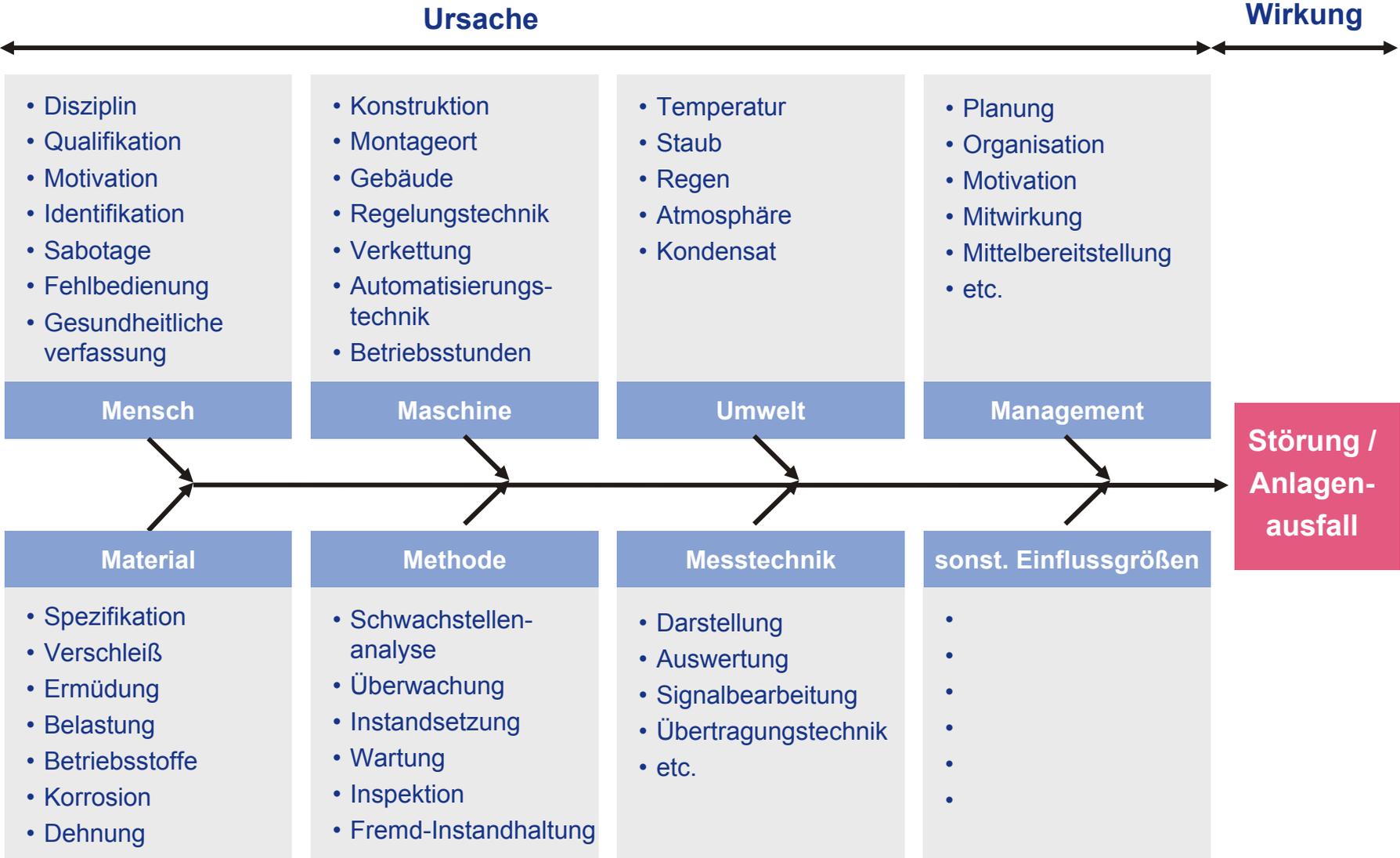
„Unterbrechung der Funktionsfähigkeit oder des Ablaufs aufgrund eines Fehlers oder einer Störung“
→ Nichterfüllung der Funktion

Schaden:

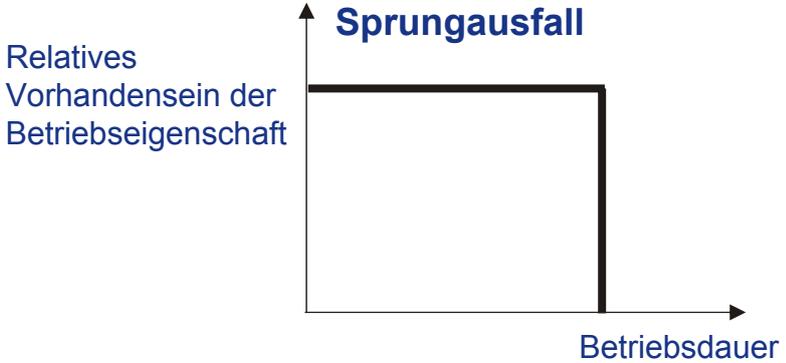
„schwerwiegendste Form der Nichterfüllung durch Zerstörungen oder Veränderungen an Komponenten oder Materialien, die einen Austausch zur Wiedererlangung der Funktionsfähigkeit erforderlich machen“
→ Zerstörung von Komponenten

Intensität

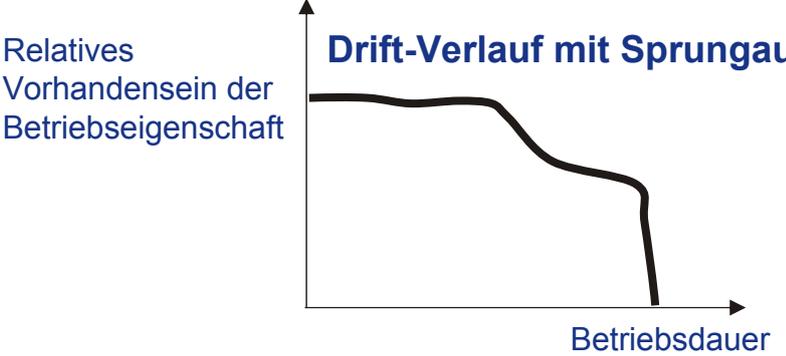
Ausfallursachen /MATY99/



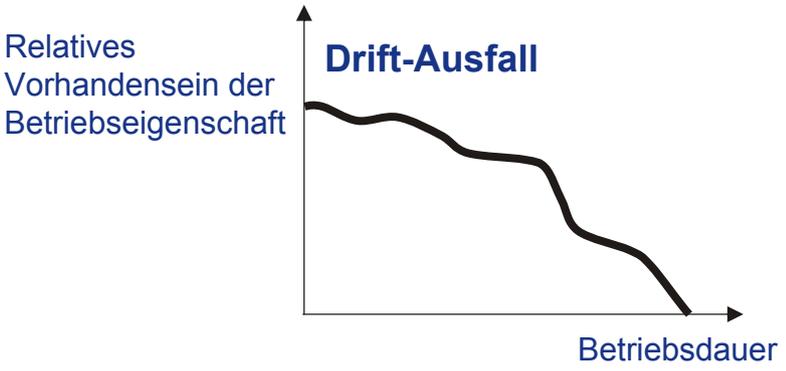
Ausfallarten



Sicherungsauslösung durch Blitzeinwirkung
Schalterzerstörung durch Blitzentladung
Durchbrennen einer Glühlampe



Dauerschwingversuch: gehärteter Stahl



Abbau der Öldurchschlagfestigkeit
Dauerschwingversuch: St 37

Störungen in industriellen Produktionen

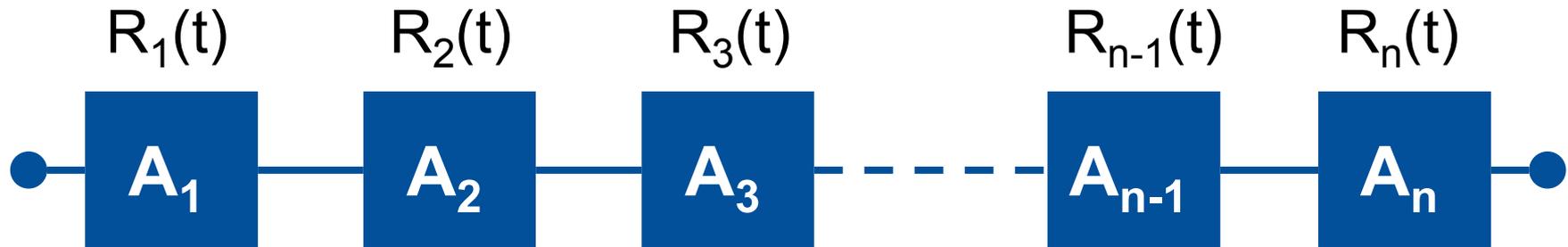
3. Kennzahlen des Störungsmanagement

Zuverlässigkeit

Beschaffenheit einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, während oder nach vorgegebenen Zeitspannen bei vorgegebenen Anwendungsbedingungen die Zuverlässigkeitsforderungen zu erfüllen [DIN 40041, vgl. auch ISO 8402].

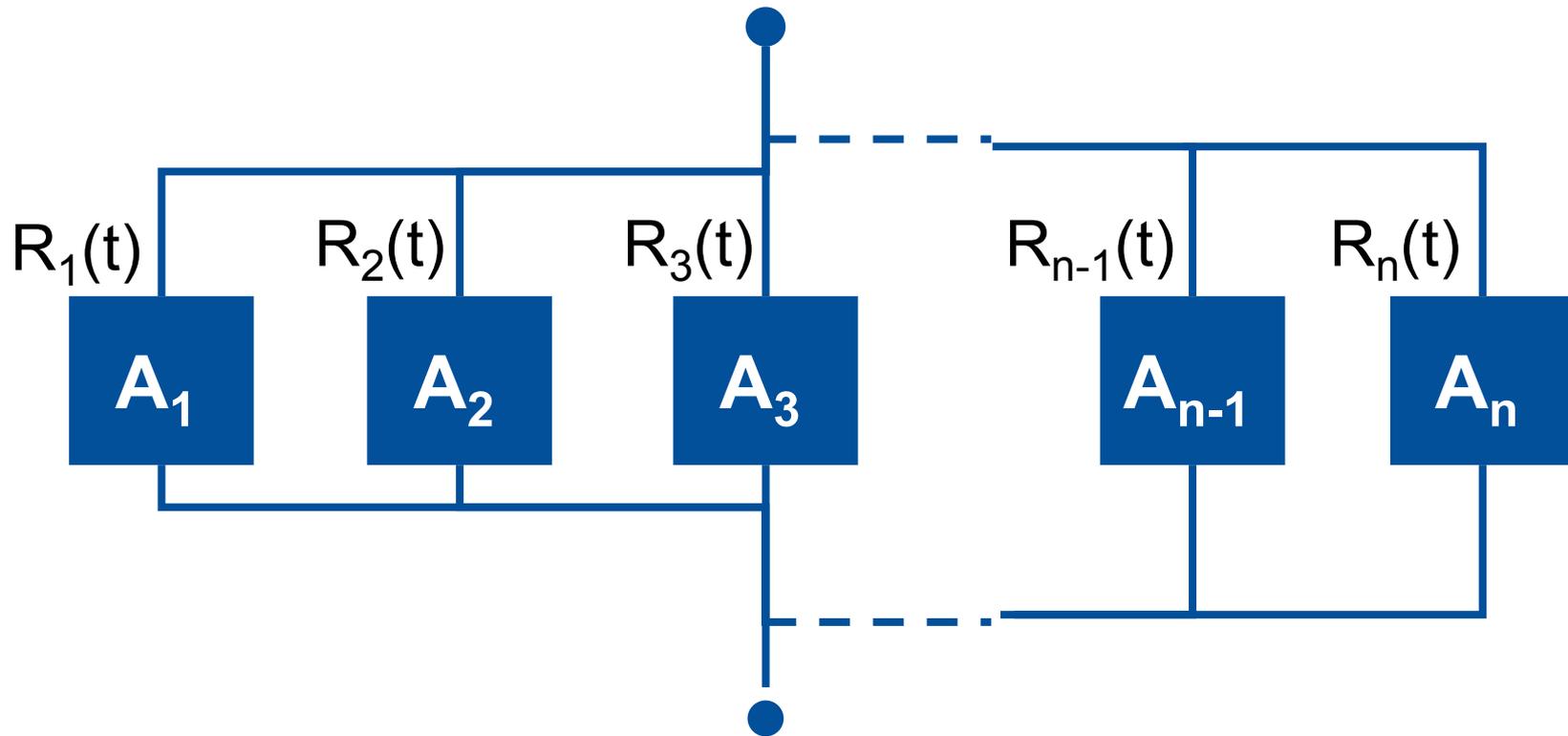
Eignung einer Einheit eine geforderte Funktion unter vorgegebenen Anwendungsbedingungen für eine vorgegebene Zeitspanne zu erfüllen [DIN 40041, Definition für „Funktionsfähigkeit“].

Zuverlässigkeitsfunktion $R(t)$ einer logischen Serienanordnung



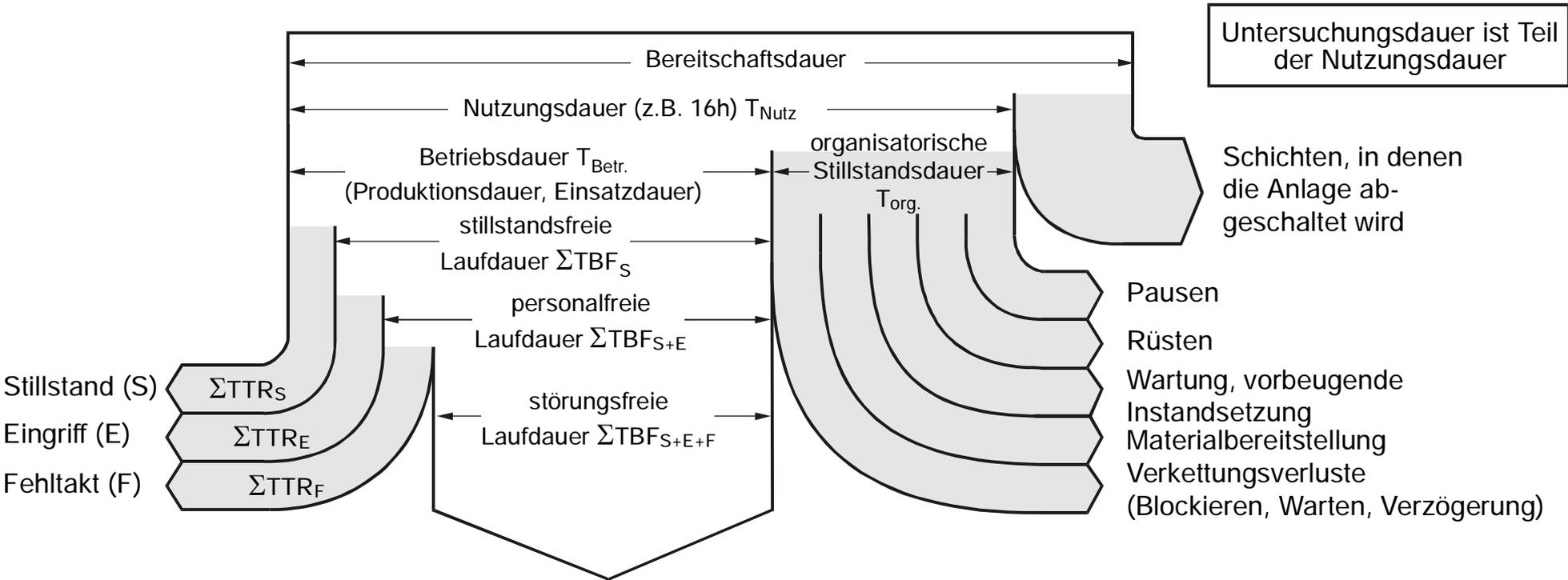
$$R(t) = R_1(t) * R_2(t) * R_3(t) \dots R_{n-1}(t) * R_n(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t)$$

Zuverlässigkeitsfunktion $R(t)$ einer logischen Parallelanordnung



$$R(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i(t))$$

Kenngrößen eines einzelnen Arbeitssystems



Nutzungsgrad $N = \frac{\Sigma TBF_{S+F}}{T_{Nutz}}$

techn. Verfügbarkeit $V_S = \frac{\Sigma TBF_S}{T_{Betr.}}$

personalfreie Verfügbarkeit $V_{S+E} = \frac{\Sigma TBF_{S+E}}{T_{Betr.}}$

störungsfreie Verfügbarkeit $V_{S+E+F} = \frac{\Sigma TBF_{S+E+F}}{T_{Betr.}}$

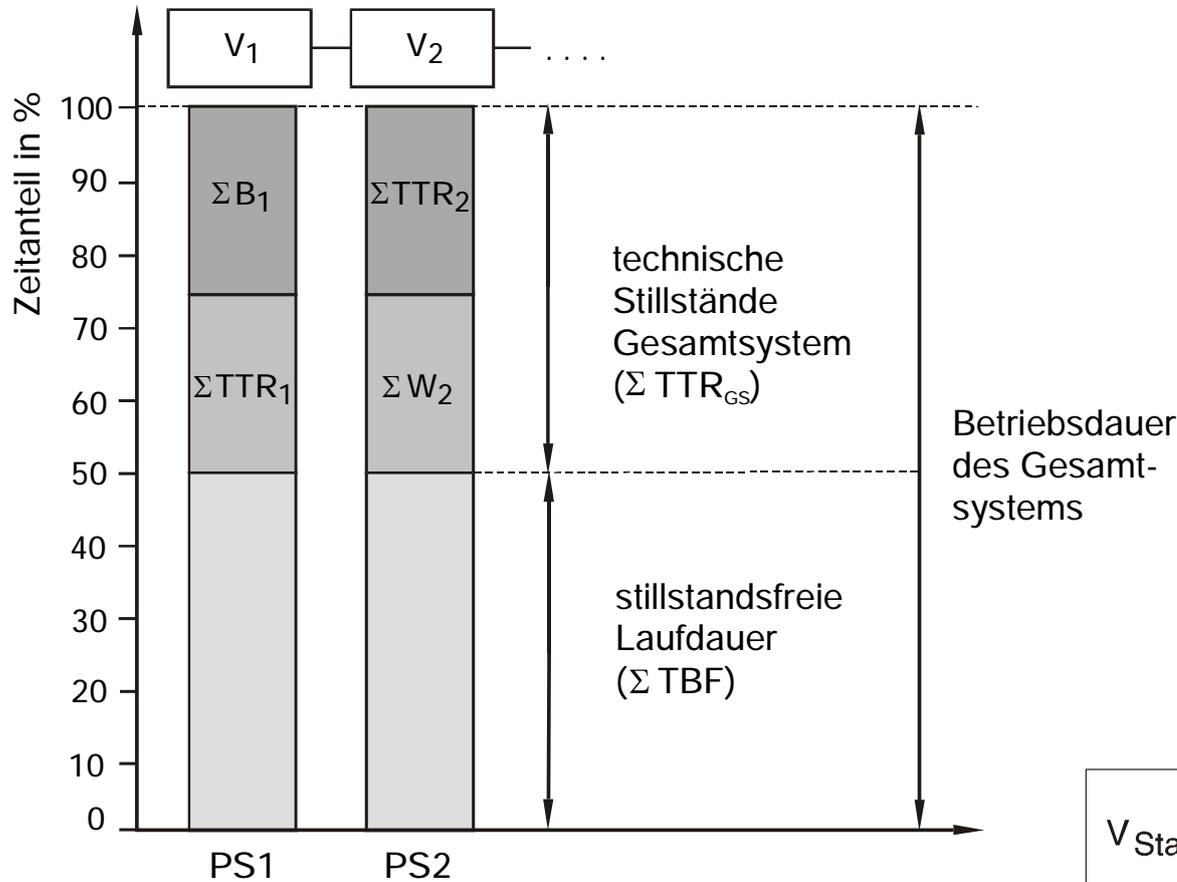
produktive Verfügbarkeit $V_{S+F} = \frac{\Sigma TBF_{S+F}}{T_{Betr.}}$

Mittlere Ausfalldauer $MTTR = \frac{\Sigma TTR}{\text{Anzahl TTR}}$

Mittlere Laufdauer $MTBF = \frac{\Sigma TBF}{\text{Anzahl TBF}}$

Anzahl TTR = Anzahl TBF

Gesamtverfügbarkeit sequentiell verketteter Arbeitssysteme



PS = Produktionssystem

Annahme: technische Stillstände treten nicht zeitparallel auf

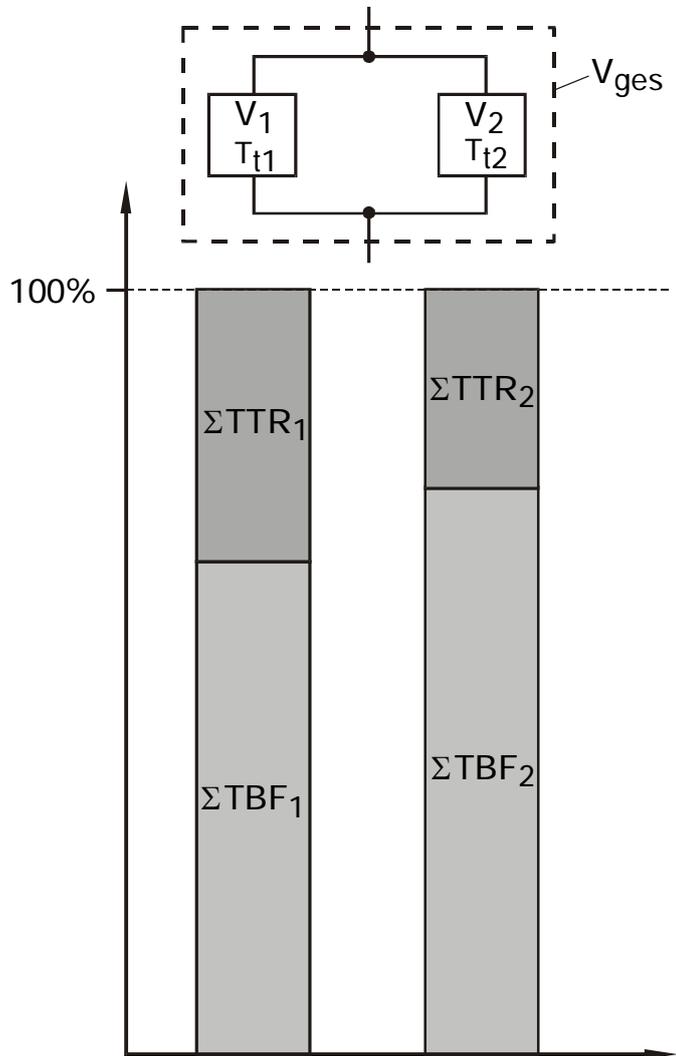
$$TBF_1 = TBF_2 = TBF_{GS}$$

- ΣTTR_1 = technische Stillstände Station 1
- ΣTTR_2 = technische Stillstände Station 2
- ΣB_1 = Blockade von Station 1 wegen ΣTTR_2
- ΣW_2 = Warten auf Station 1 wegen ΣTTR_1

$$V_{\text{Station}} = \frac{\Sigma TBF}{\Sigma TBF + \Sigma TTR} = \frac{MTBF}{MTBF_i; MTTR_i}$$

$$V_{GS} = \frac{MTBF}{\Sigma MTBF + MTTR_{GS}} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{V_i} - 1\right)}$$

Gesamtverfügbarkeit redundanter Arbeitssysteme



Annahme: Redundanz aufgrund Kapazitätserweiterung
(Kapazität System $\hat{=}$ Kapazität der Linie)

ΣTTR = technische Stillstände

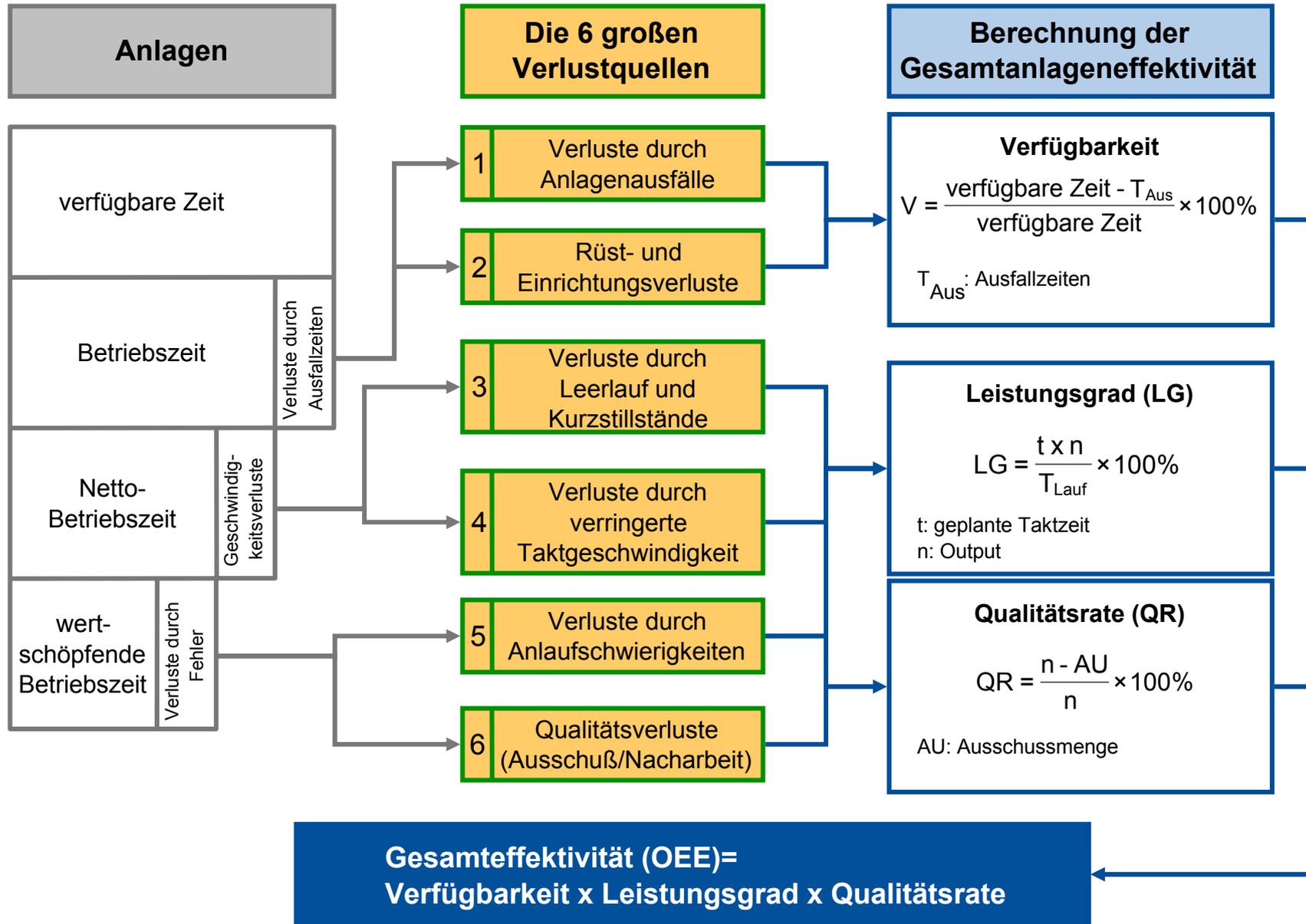
ΣTBF = Stillstandsfreie Laufdauer

T_{ti} = Taktzeit der Stationen

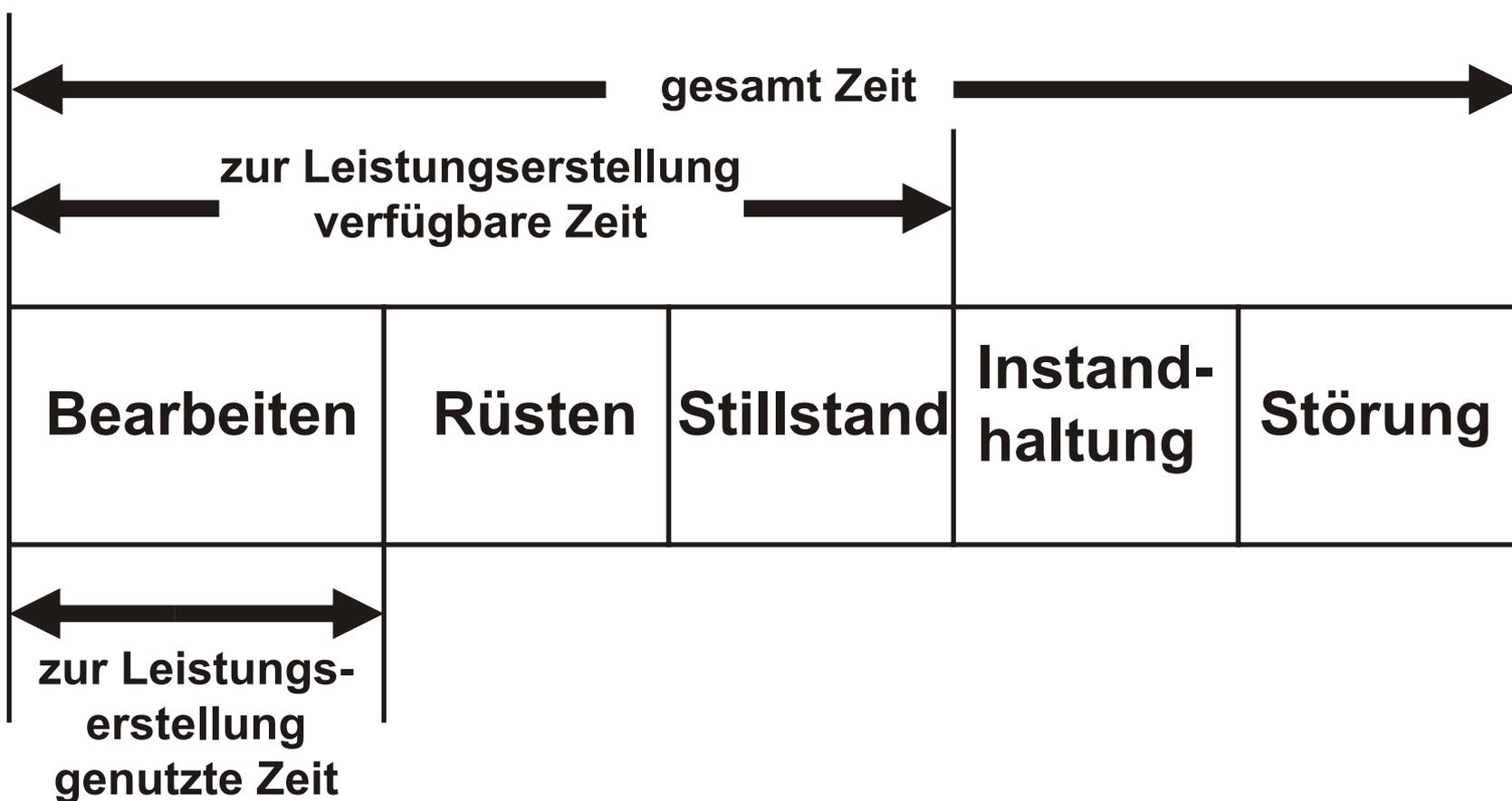
a) für $T_{ti} = T_{ti+1}$ gilt $V_{ges} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{i}$

b) für $T_{ti} \neq T_{ti+1}$ gilt $V_{ges} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_{ti}} \cdot V_i}{\sum_{n=1}^i \frac{1}{T_{ti}}}$

Verlustquellen und OEE-Wert



Bestimmung der Auslastung



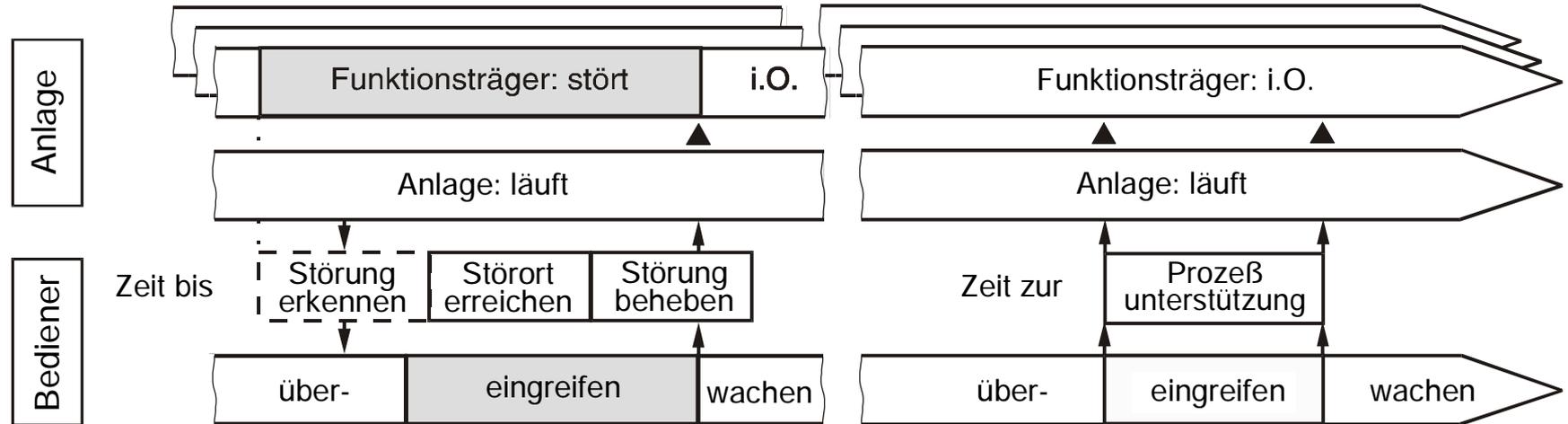
$$\text{Auslastung} = \frac{\text{Bearbeiten}}{\text{Bearbeiten} + \text{Rüsten} + \text{Stillstand}}$$

Störungen in industriellen Produktionen

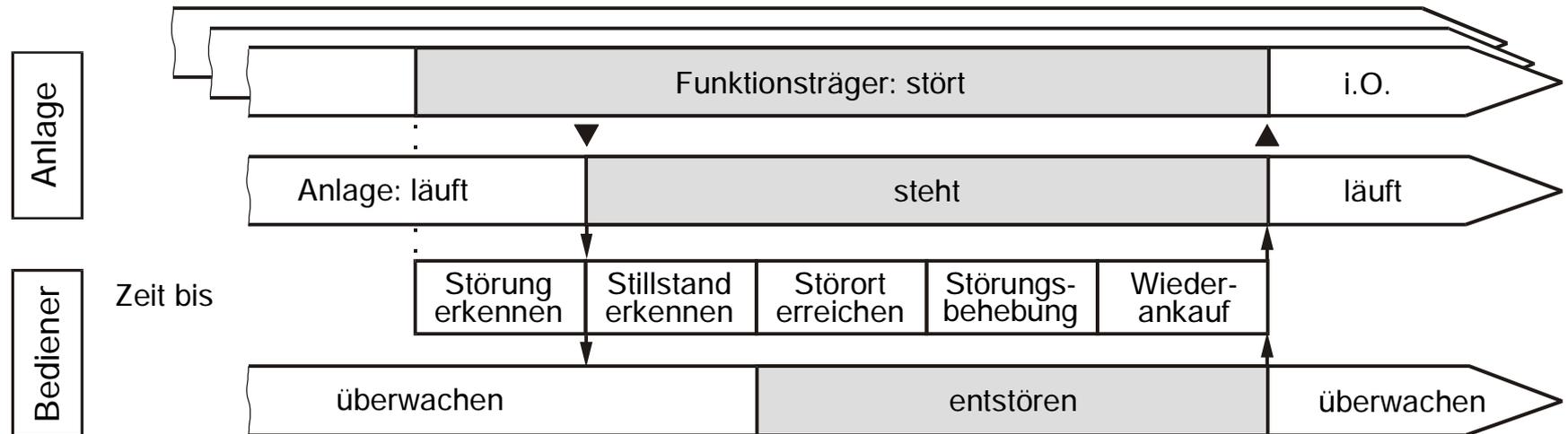
4. Notfallstrategien bei Eintreten von Störungen

Unterscheidung der Betriebszustände Stillstand und Eingriff

Betriebszustand: Eingriff



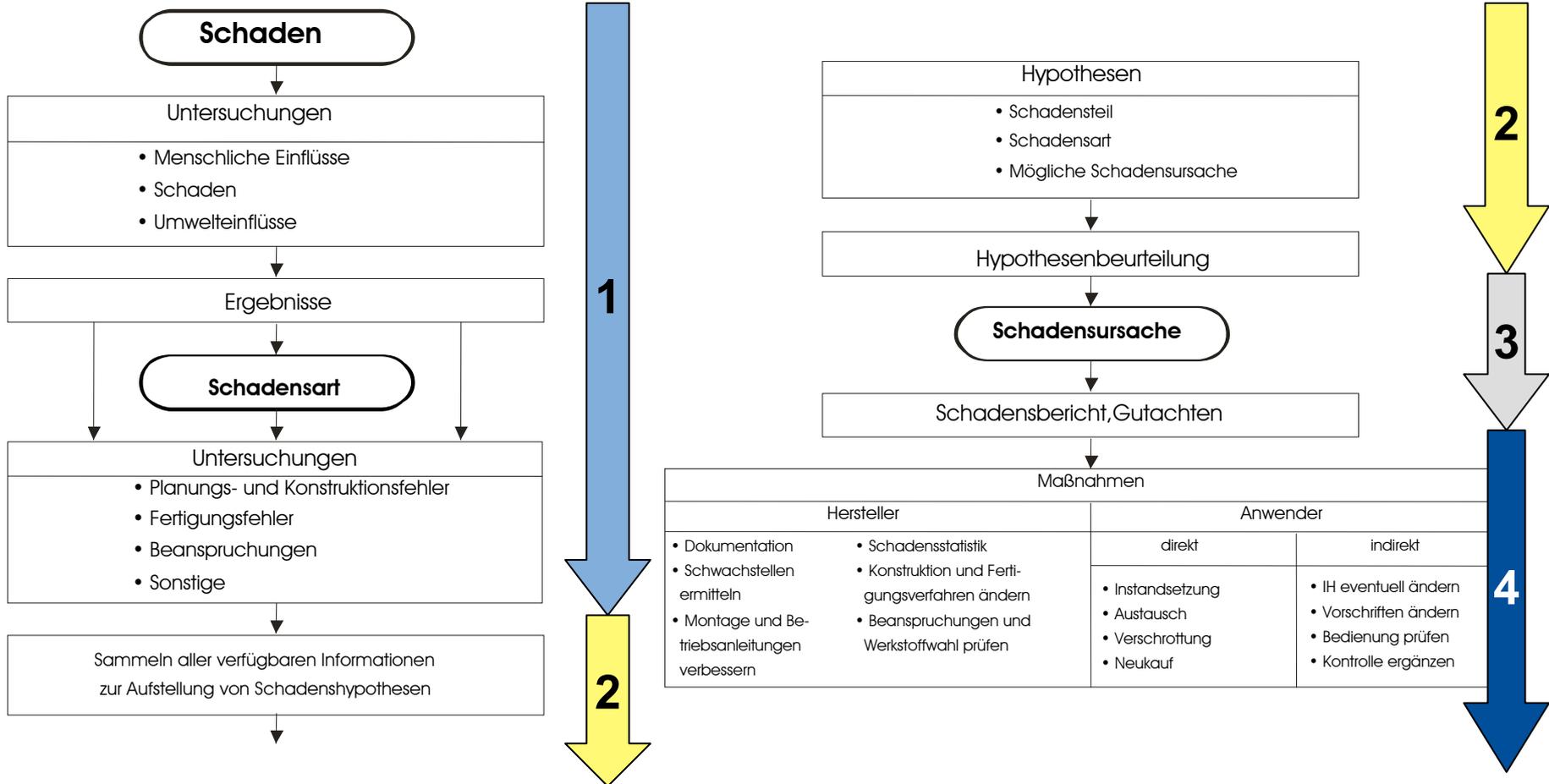
Betriebszustand: Stillstand



Die **Schadensanalyse** dient zur Untersuchung u. Erforschung von Schäden und Schadensabläufen sowie zur Erarbeitung von Verhütungsmaßnahmen für Schäden

Definition: Nach [DIN31051] ist ein Schaden im Sinne der Instandhaltung definiert als
„Zustand einer Betrachtungseinheit nach Unterschreiten eines bestimmten (festzulegenden) Grenzwertes des Abnutzungsvorrates, der eine im Hinblick auf die Verwendung unzulässige Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit bedingt“

Ablauf einer Schadensanalyse in vier Phasen

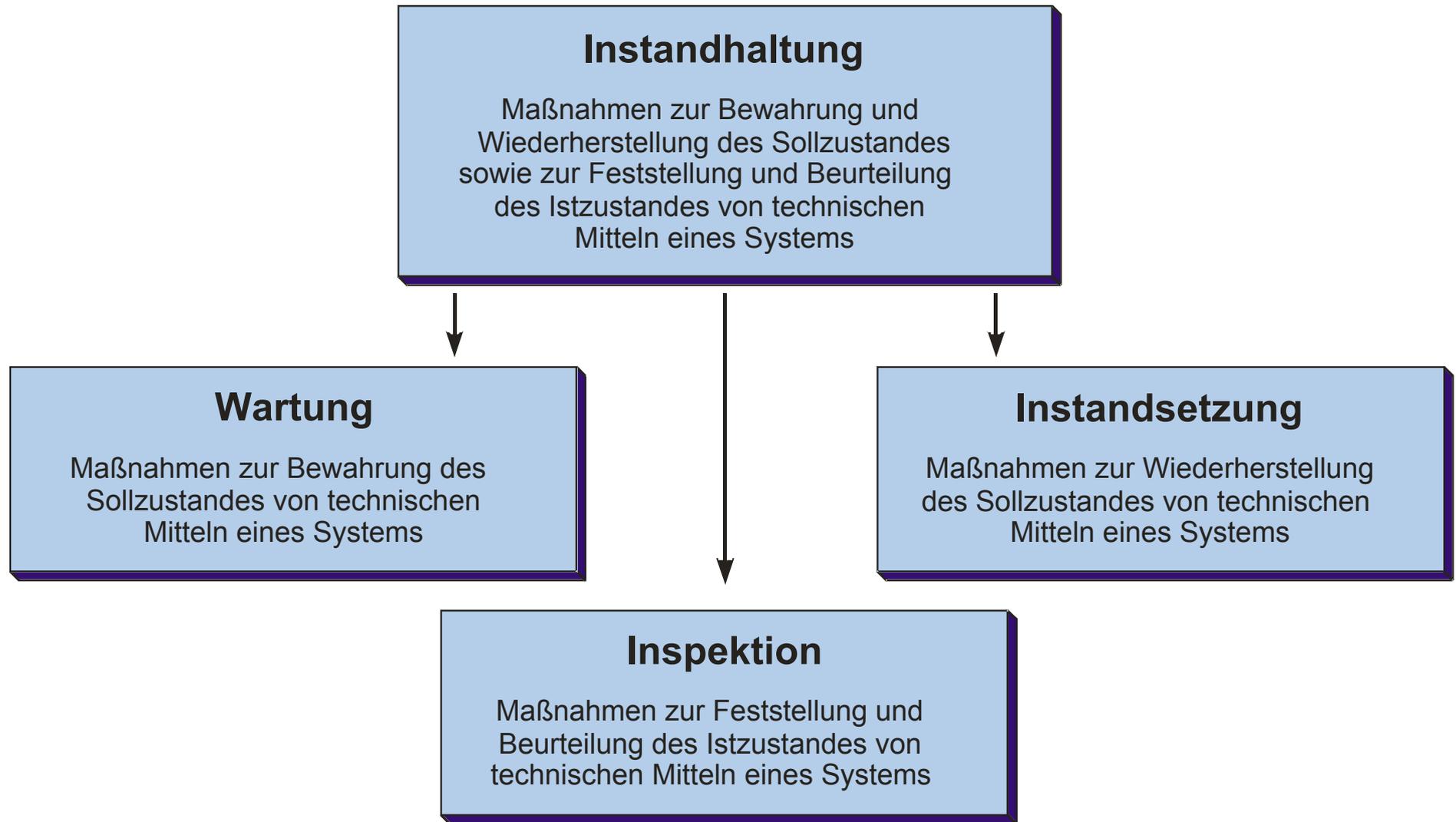


Bedarfs- und Lagereinflussgrößen für Instandhaltungsmaterial

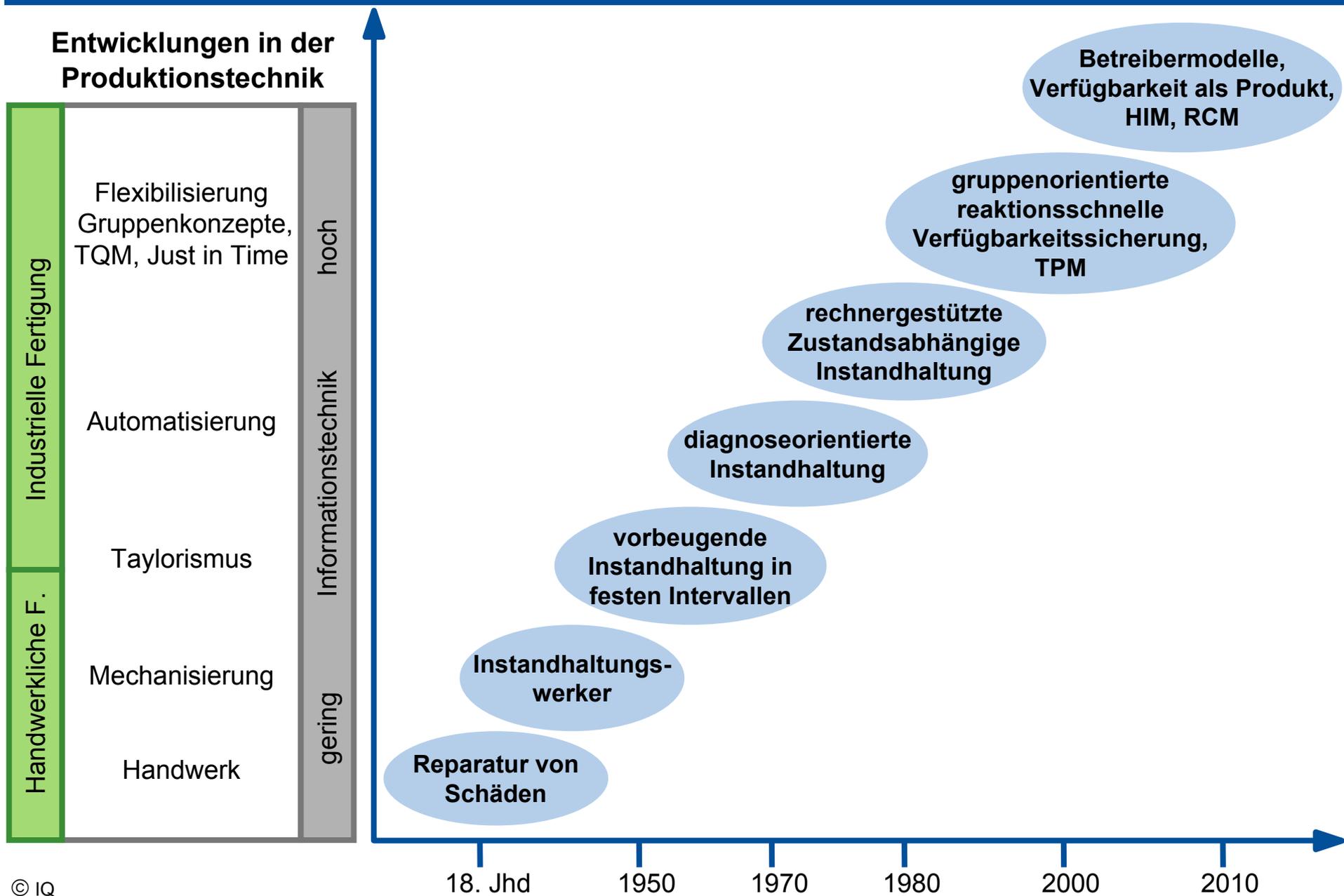
		Wartungsmaterial	Instandsetzungsmaterial (Ersatzteile)	
			Verschleißteile	Reserveteile
Bedarfeinflussgrößen	technische	<ul style="list-style-type: none"> • nutzbare Lebensdauer • Qualitätsanforderungen • Mengen • Anzahl der Anlagen 	<ul style="list-style-type: none"> • theoretische und tatsächliche Lebensdauer • Belastungen der Elemente • Umgebungseinflüsse, Zahl der Anlagen 	<ul style="list-style-type: none"> • Zuverlässigkeit der Elemente • Struktur des Systems • Belastung der Elemente und des Systems
	wirtschaftliche	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten des Materials • Normung der Anlagen • wirtschaftliches Risiko im Schadensfall 	<ul style="list-style-type: none"> • wirtschaftliches Risiko im Schadensfall • Kosten des Materials • Normung der Anlagen • geplanter Einsatzzeitpunkt 	<ul style="list-style-type: none"> • wirtschaftliches Risiko im Schadensfall • Folgekosten • wirtschaftlicher Verlust im Falle des Nichtbedarfs
	organisatorische	<ul style="list-style-type: none"> • mögliche Lieferzeit • Sortenzahl • Normung • Umfang der Wartung 	<ul style="list-style-type: none"> • mögliche Lieferzeit, Normung • Einsatzzeit • Umfang der vorbeugenden Instandhaltung 	<ul style="list-style-type: none"> • Garantiezeit der Ersatzteillieferung • vertragliche Absprachen der Anlagennutzung
Lagereinflussgrößen	technische	<ul style="list-style-type: none"> • Lagerflächen und -räume • Lagereinrichtungen • Lagerart 	<ul style="list-style-type: none"> • Transportmittel • Mengen und Größen der Lagergüter 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualität der Lagergüter • Lagerstandort • Lebensdauer der Lagergüter
	wirtschaftliche	<ul style="list-style-type: none"> • optimale Bestellungen • Preise der Lagergüter 	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten der Bestellungen • Kosten der Lagerung 	
	organisatorische	<ul style="list-style-type: none"> • durchschnittliche Lagerdauer • Organisation des Lagers und des Raumnutzungsgrad • Lagerstandorte 		

Störungen in industriellen Produktionen

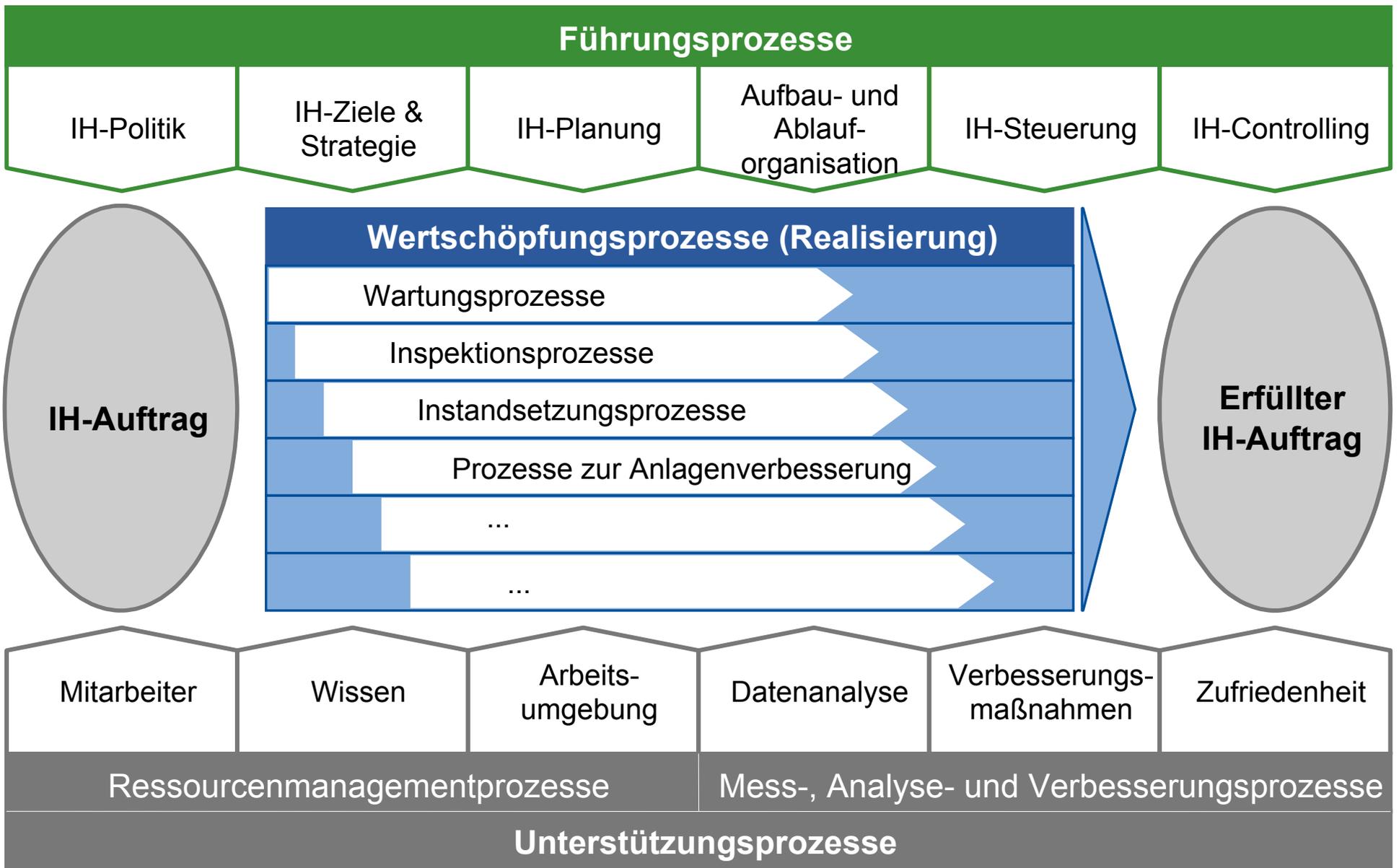
5. Methoden zur Vermeidung von Störungen



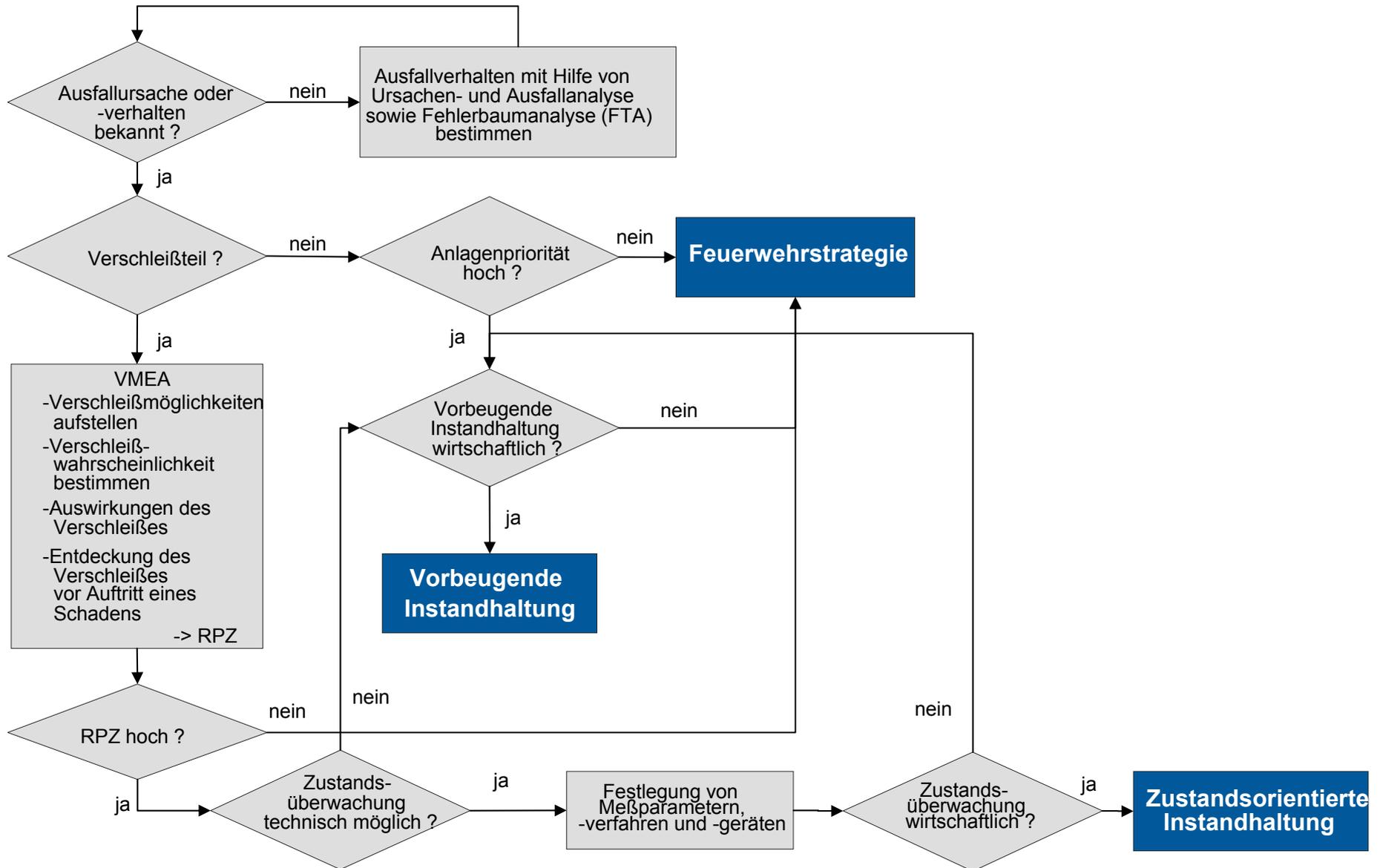
Entwicklungsstufen der Instandhaltung



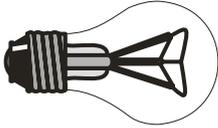
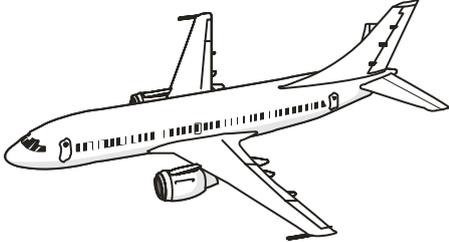
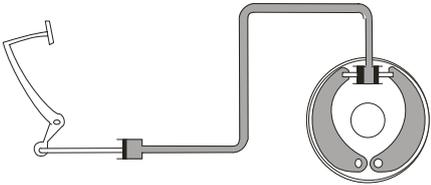
Typische Prozessarten der Instandhaltung



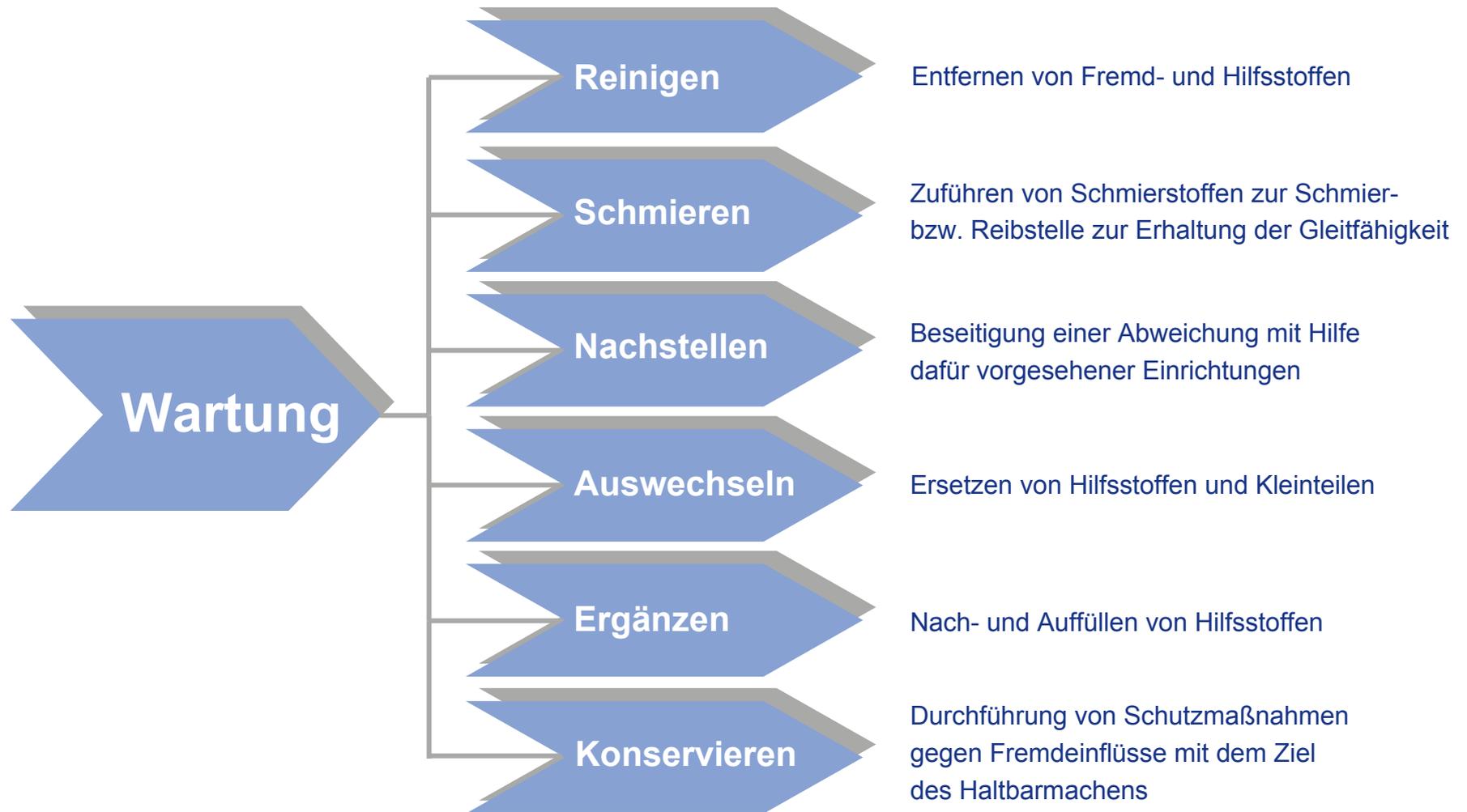
Auswahl der geeigneten Instandhaltungsstrategie



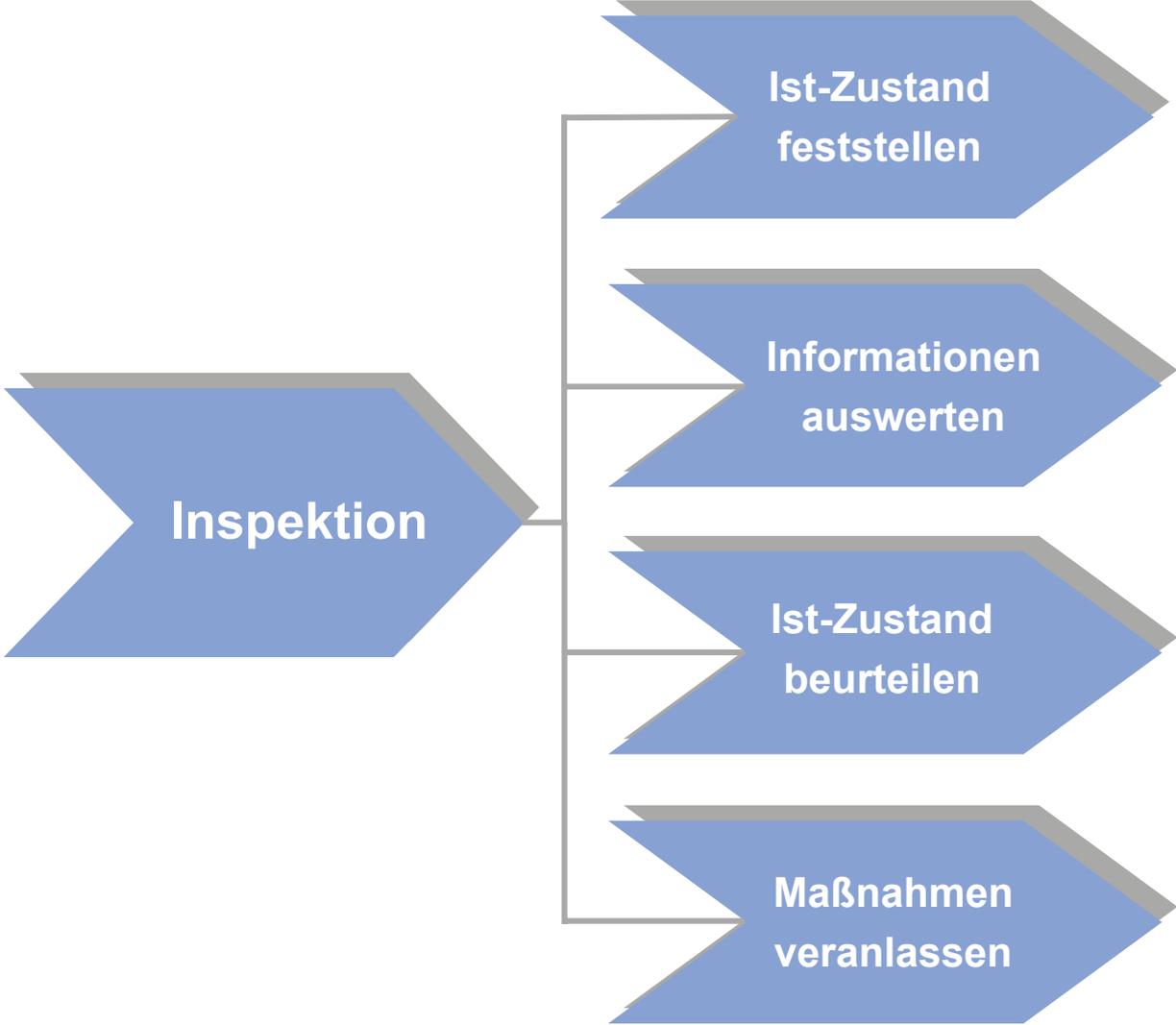
Vor- und Nachteile von Instandhaltungsstrategien

Anwendungsbeispiel	Strategie	Vorteile	Nachteile
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ausfallbedingt "Feuerwehrstrategie" 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ volle Nutzung der Bauelementelebensdauer ◦ geringe Planung ◦ geringer Personalbedarf 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ volles Risiko ◦ keine Planbarkeit
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ periodisch vorbeugend "Präventivstrategie" 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ hohe Zuverlässigkeit ◦ Planbarkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Wartungspersonal erforderlich ◦ eingeschränkte Bauelementelebensdauer ◦ Planungsaufwand
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ zustandsorientiert vorbeugend "Inspektionsstrategie" 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ hohe und termingerechte Verfügbarkeit ◦ Nutzung der Bauelementelebensdauer ◦ Planbarkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Inspektionspersonal erforderlich ◦ erhöhter Planungsaufwand

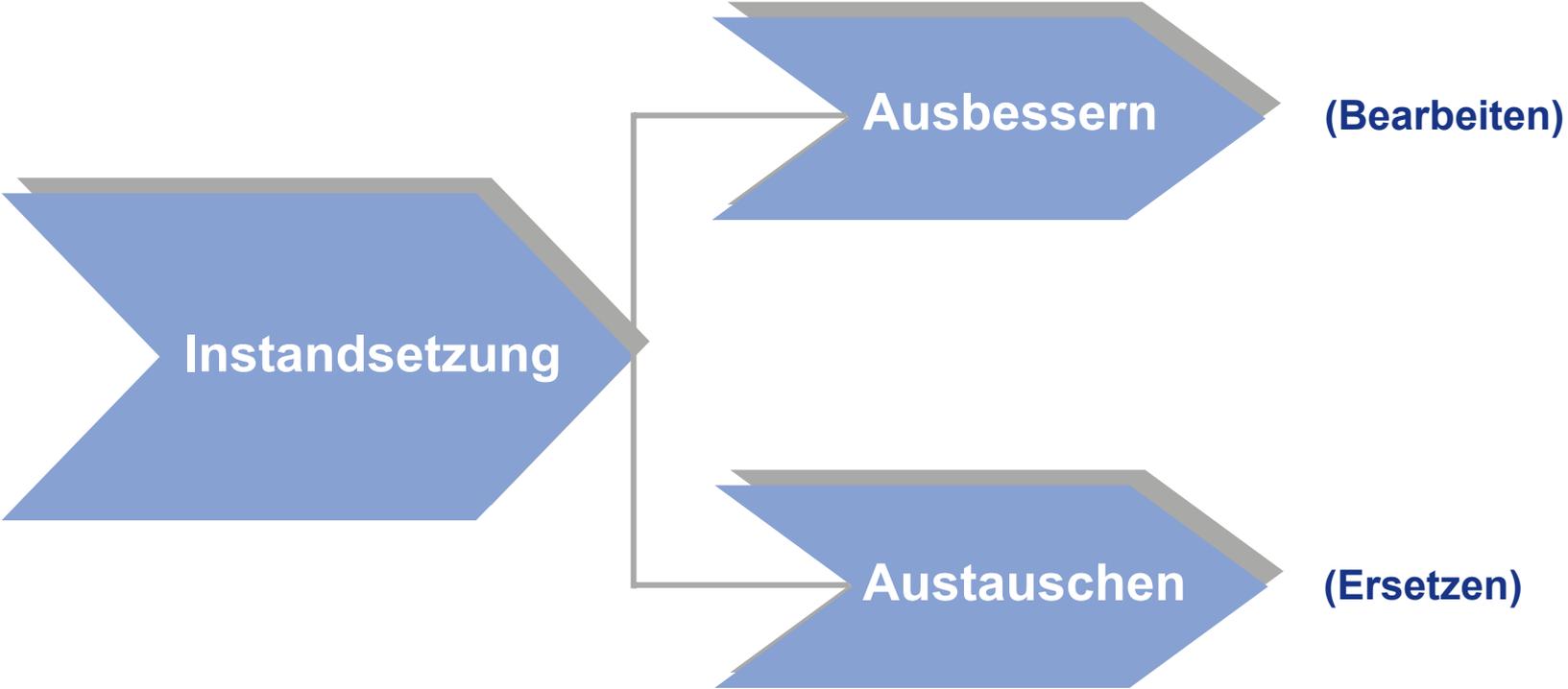
Teilmaßnahmen der Wartung (Durchführung; nach DIN 31051-1985)



Teilprozesse der Inspektion



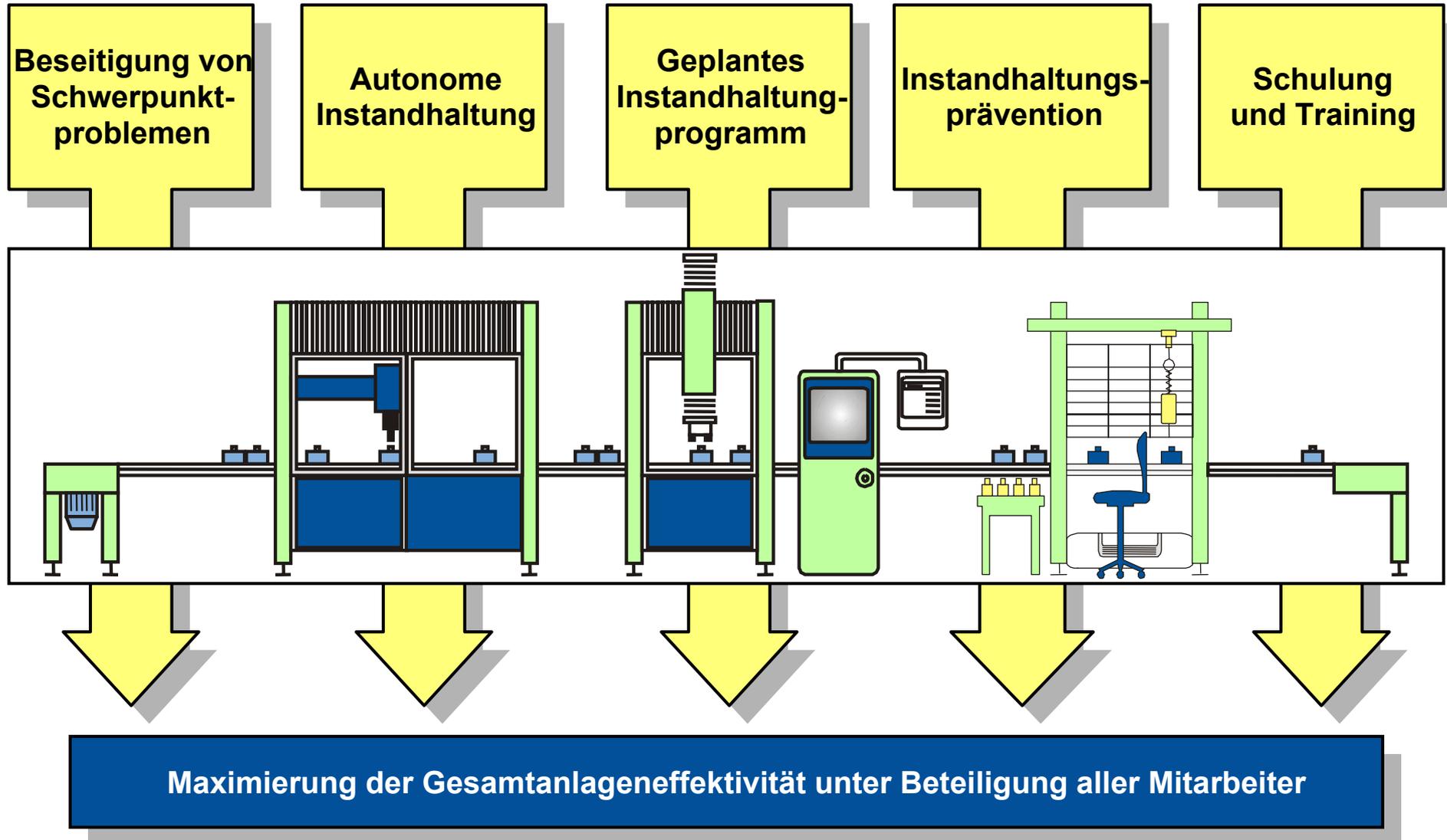
Teilmaßnahmen der Instandsetzung (Durchführung; nach DIN 31051-1985)



Total Productive Maintenance ist *die totale produktive Instandhaltung. Sie verbessert ständig die gesamte Effektivität der Betriebsanlagen unter aktiver Beteiligung aller Mitarbeiter.*

1. Maximierung der Anlageneffektivität
2. Produktive Instandhaltung über die gesamte Lebensdauer der Anlagen
3. Alle Abteilungen der Unternehmung sind einbezogen
4. Beteiligung jedes Mitarbeiters, vom Manager bis zum Anlagenbediener
5. Motivierendes Management der autonomen Kleingruppenaktivitäten

Ziel und Bestandteile des Konzeptes Total Productive Maintenance (TPM)



Bausteine des TPM-Konzeptes nach /ALRH96/



