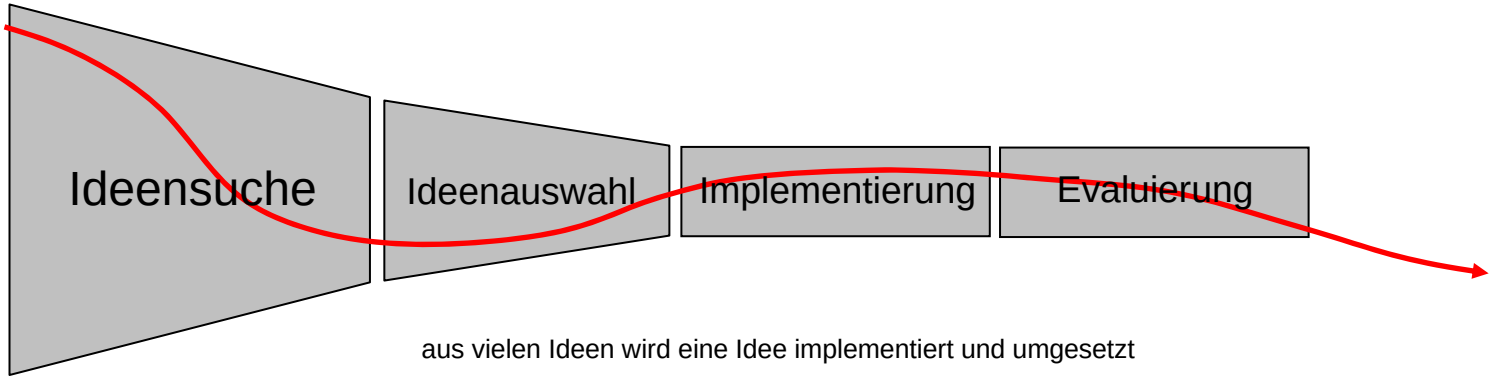

Abbildung 1*: Innovationsphasen* (in Anlehnung an Bessant und Tidd (2007))

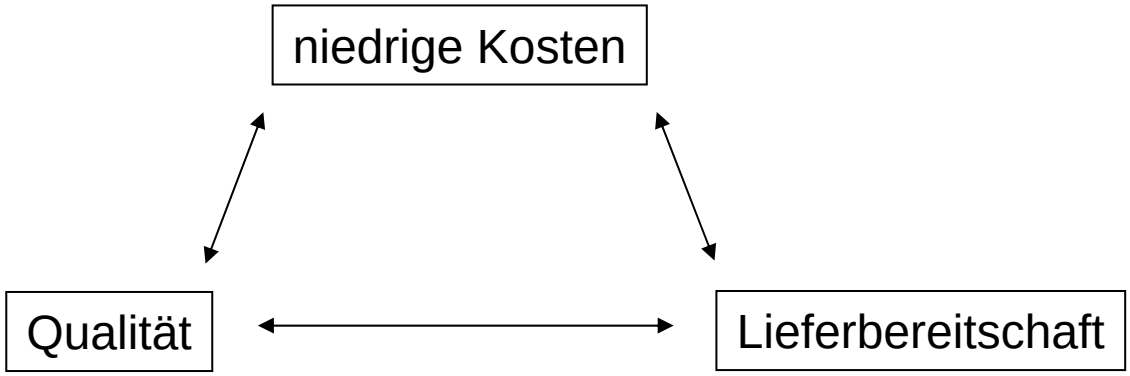

Abbildung 2: *Zielkonflikte der Materialwirtschaft* (in Anlehnung an Weber (2006))

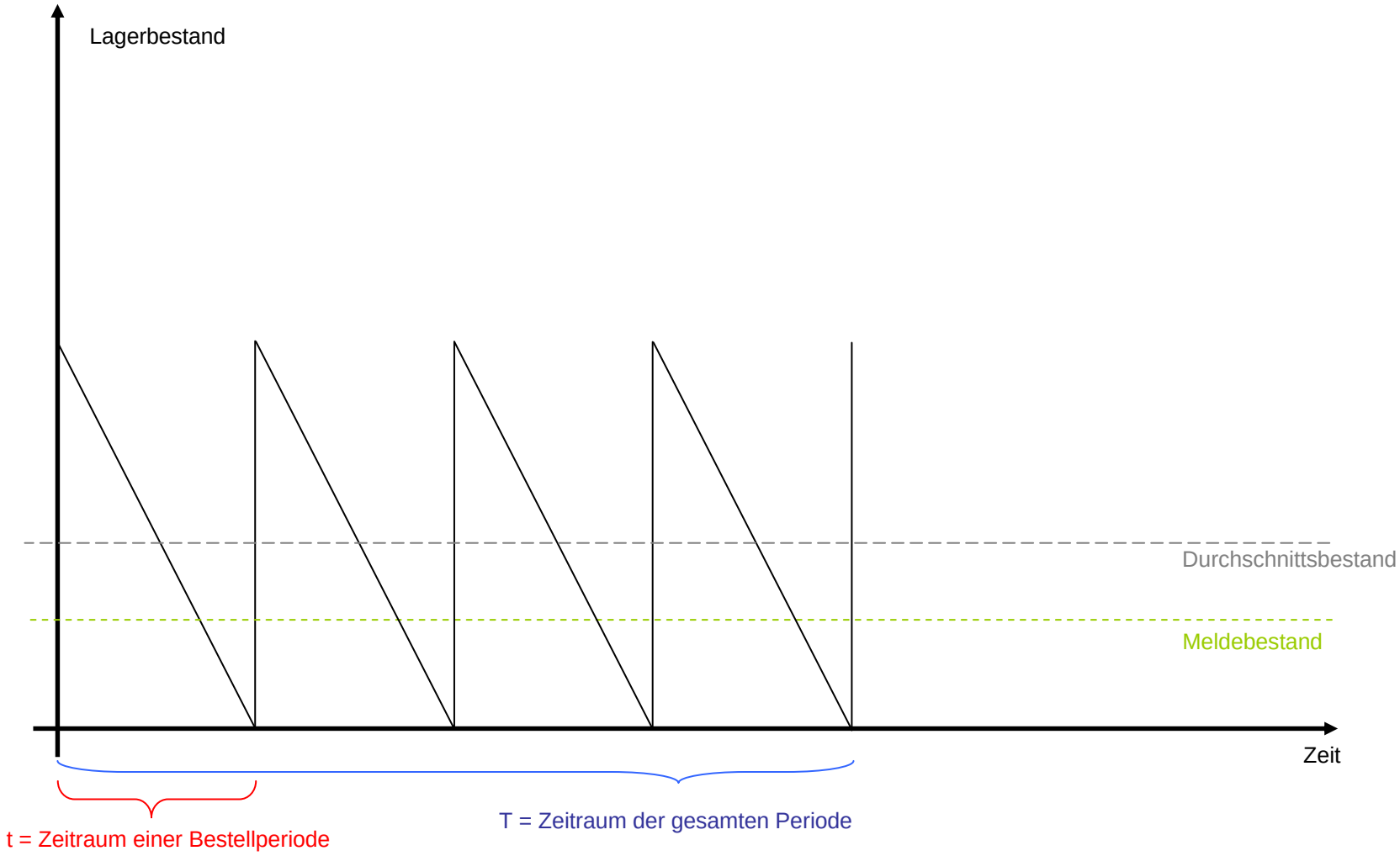

Abbildung 3: *Bestellpunktverfahren* (in Anlehnung an Weber (2006))

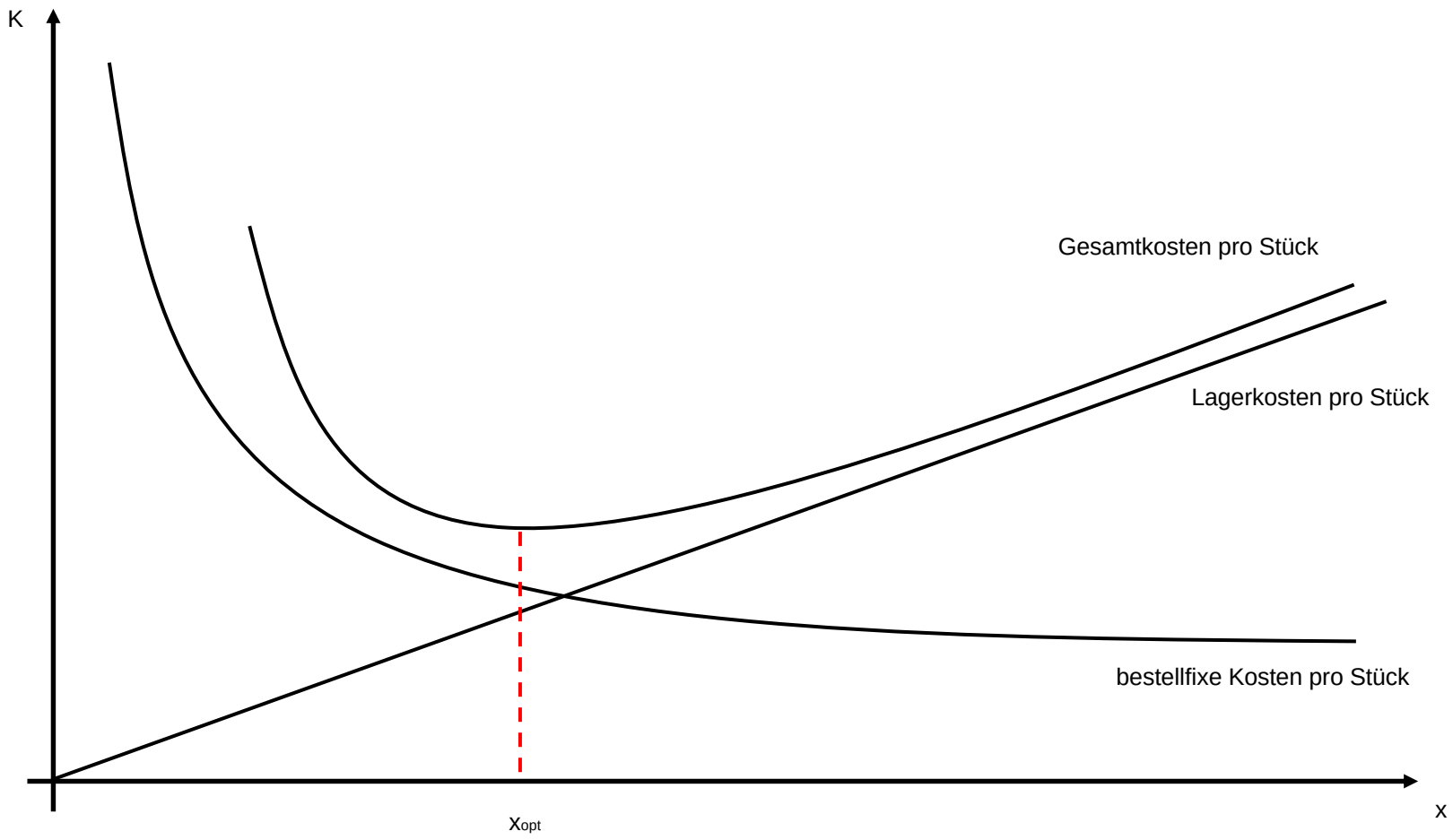

Abbildung 4: *Optimale Bestellmenge* (vgl. Weber (2006), S. 79)

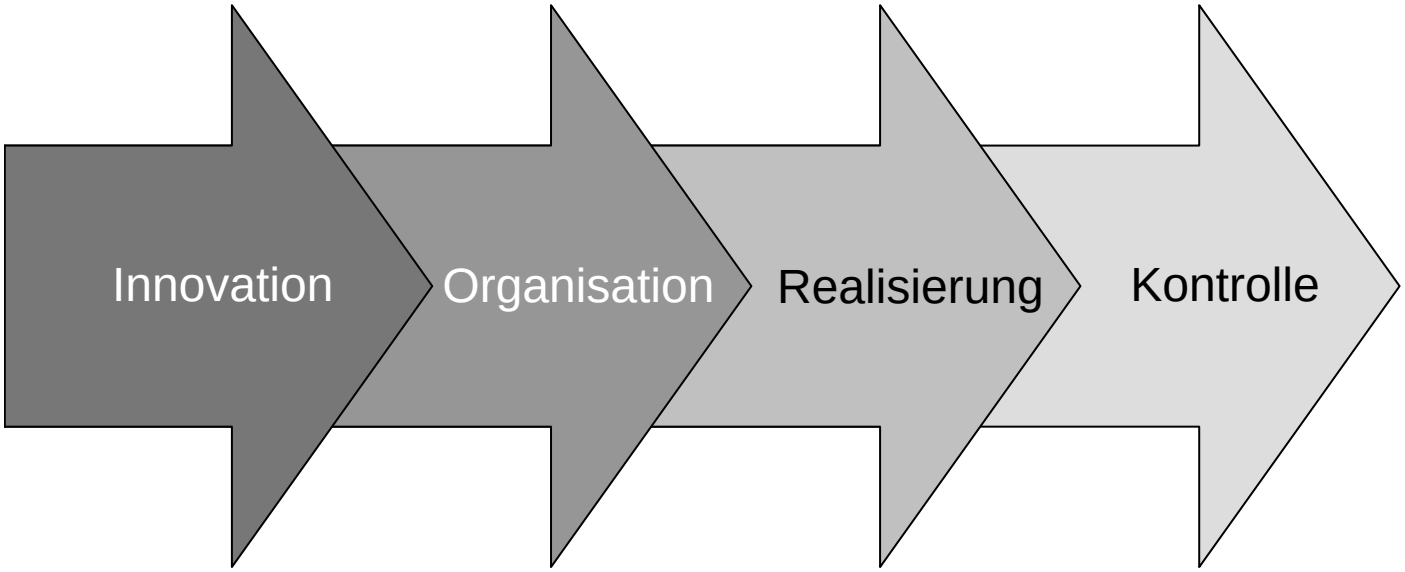

Abbildung 5: *Gestaltungsfelder der Produktion* (eigene Darstellung)

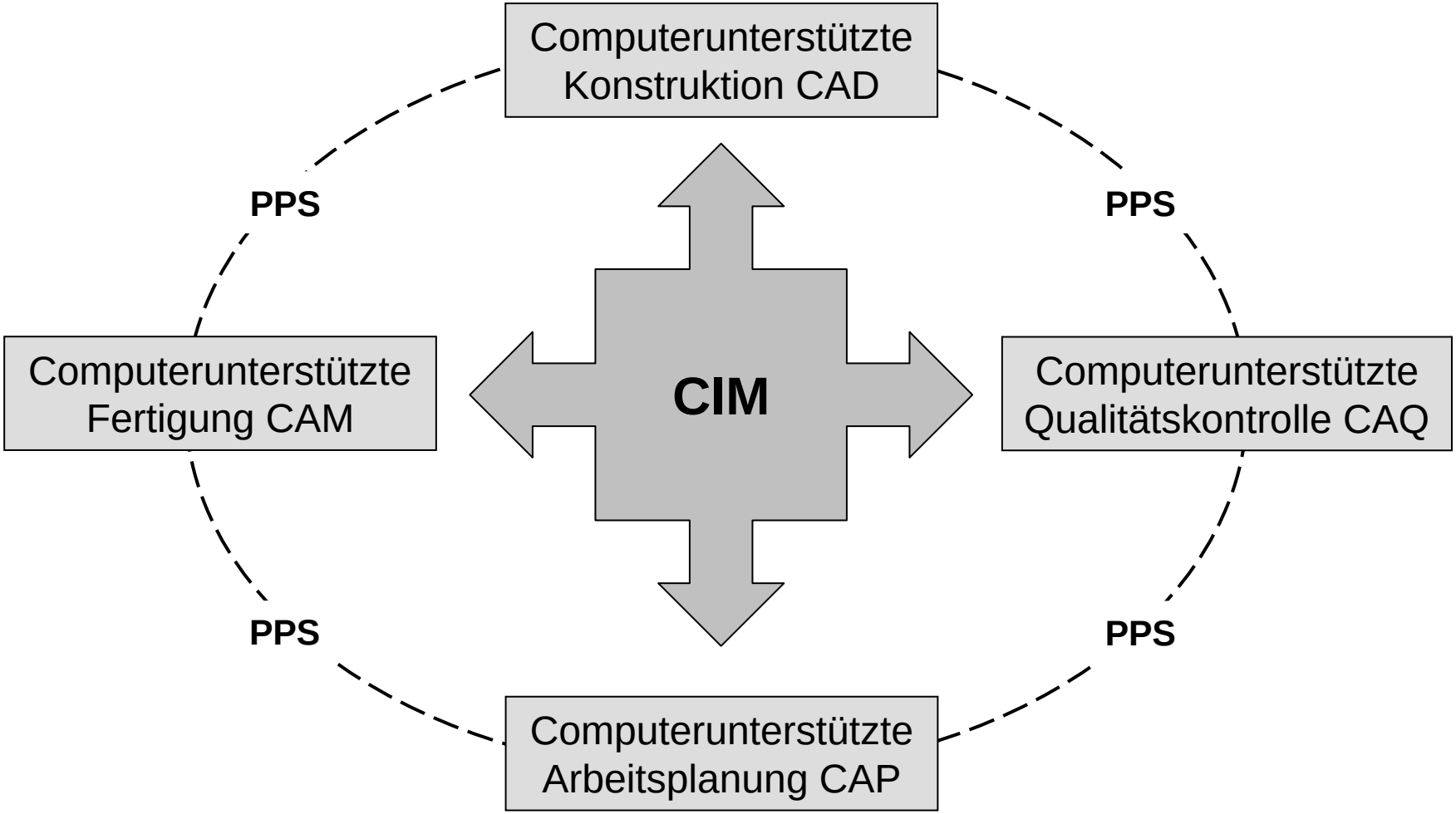

Abbildung 6: *Teilbereiche des Computer Integrated Manufacturing* (eigene Darstellung)

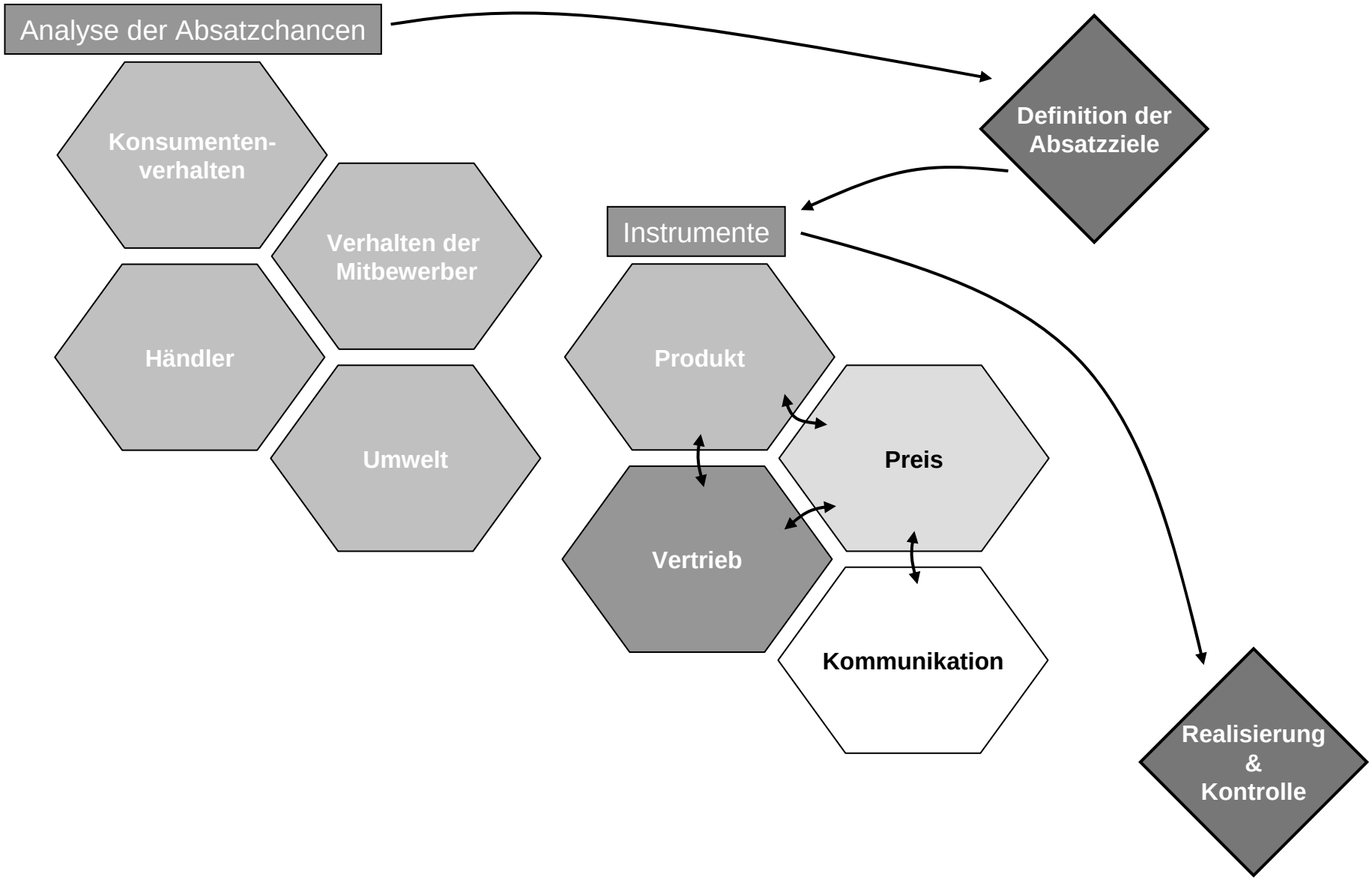

Abbildung 7: *Absatzwirtschaftliche Faktoren* (eigene Darstellung)

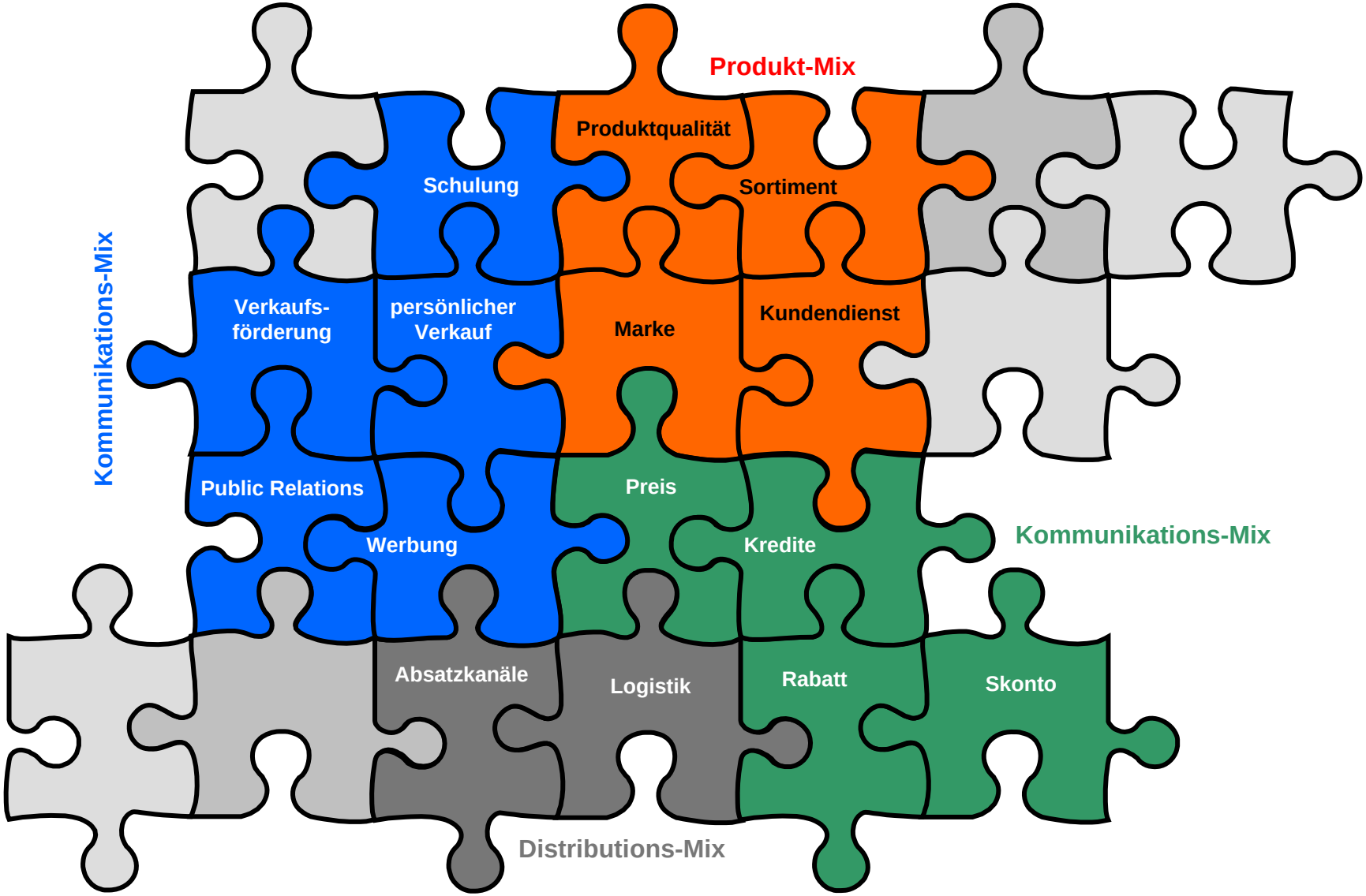

Abbildung 8: *Komponenten des Marketing Mix* (eigene Darstellung)

Entwicklung	Einkauf / Logistik	Fertigung / Montage	Rechnungs-wesen	Vertrieb	Service
Aufwand für Konstruktion der neuen Teile Erstellen und Verwalten zusätzlicher Produkt-dokumentationen Erhöhter Aufwand für Änderungen und Produktweiterentwick lungen Pflege zusätzlicher Teile / Stammdaten	Erschwerte Materialbedarfs-ermittlung Höhere Einstandspreise durch kleinere Stückzahlen Erhöhte Anzahl an Bestellvorgängen Höhere Lagerbestände Auswahl der Lieferanten-beziehungen	Zusätzliche Arbeitspläne, Werkzeuge und Vorrichtungen Höhere Rüstkosten und Anlaufverluste aufgrund kleinerer Losgrößen Komplexere Kapazitätsplanung und Fertigungssteuerung Auslastungs-schwankungen Geringere Produktivität	Anspruchsvollere Kalkulation Erhöhter Aufwand für Einkaufsrichtwerte und Rechnung-sprüfung	Mahraufwand für Vertriebsschulung Heterogenere Kundensegmente Höhere Fehlerquote bei der Auftrags-abwicklung Höhere Anzahl von Verkaufs-dokumentation Aufwendigere Preissetzung	Anspruchsvollere Ausbildung des Kundendienstes Zusätzliche Unterlagen für den Kundendienst Vergrößerung des Reklamationsrisikos Erhöhte Ersatzteibevorratung

Abbildung 9: *Kostenrelevante Auswirkungen der Variantenvielfalt* (Kohlhase (1998), S. 56)

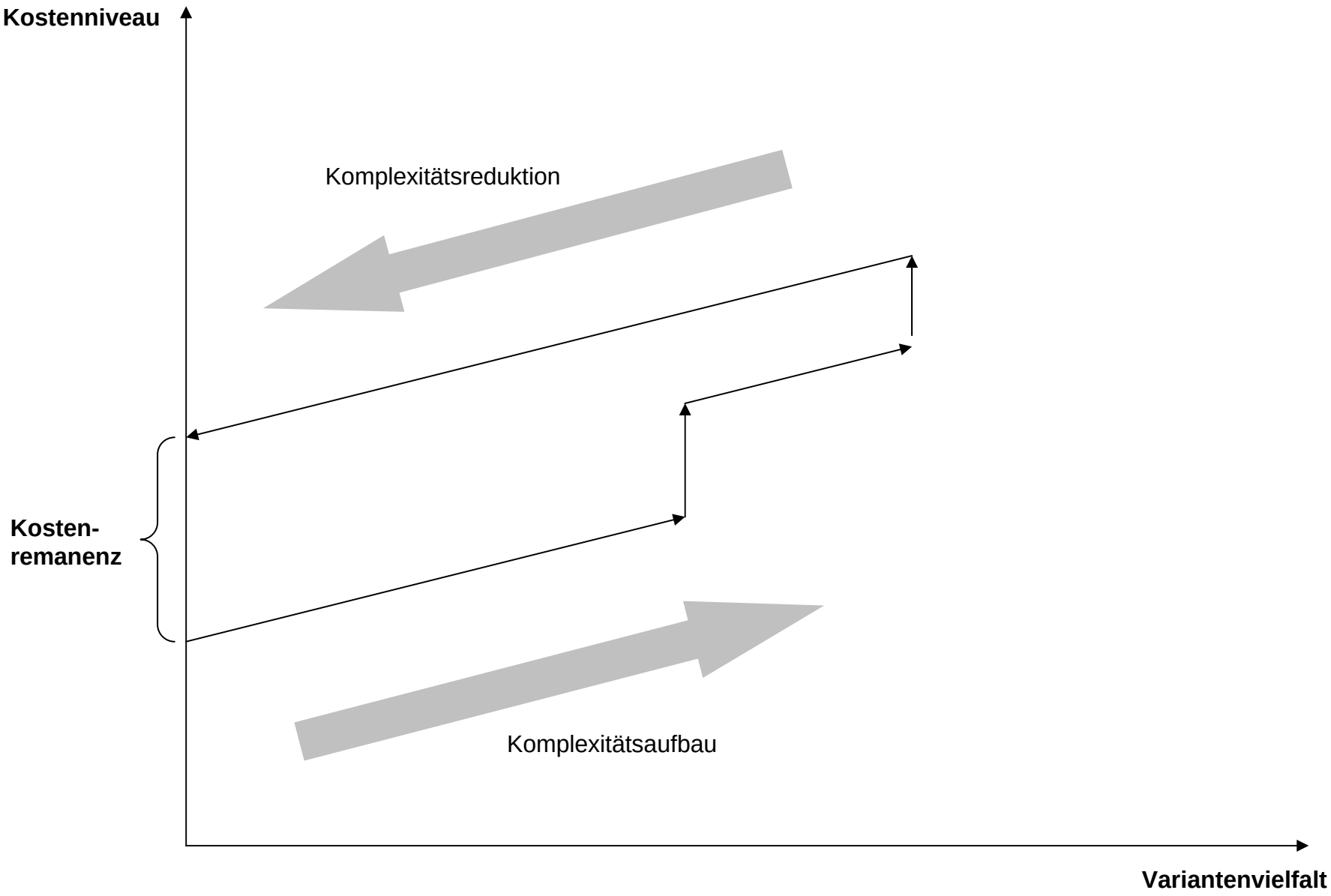

Abbildung 10: *Kostenremanenz beim Auf- und Abbau der Variantenvielfalt* (vgl. Schuh u. Schwenk 2001, S. 21)

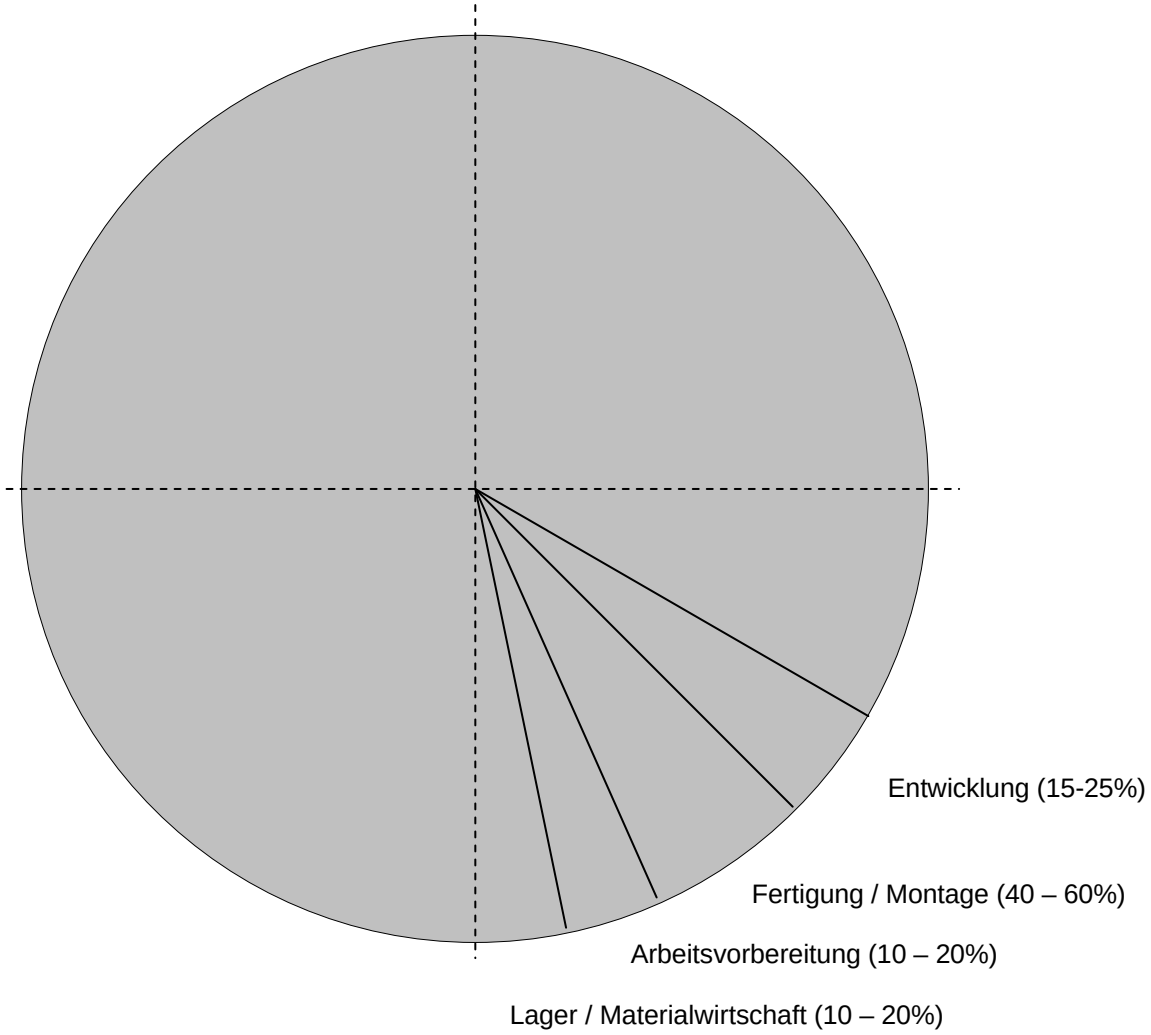

Abbildung 11: *Kostensenkungspotential durch Variantenmanagement* (vgl. Ehrlenspiel et al. 2007, S. 298)

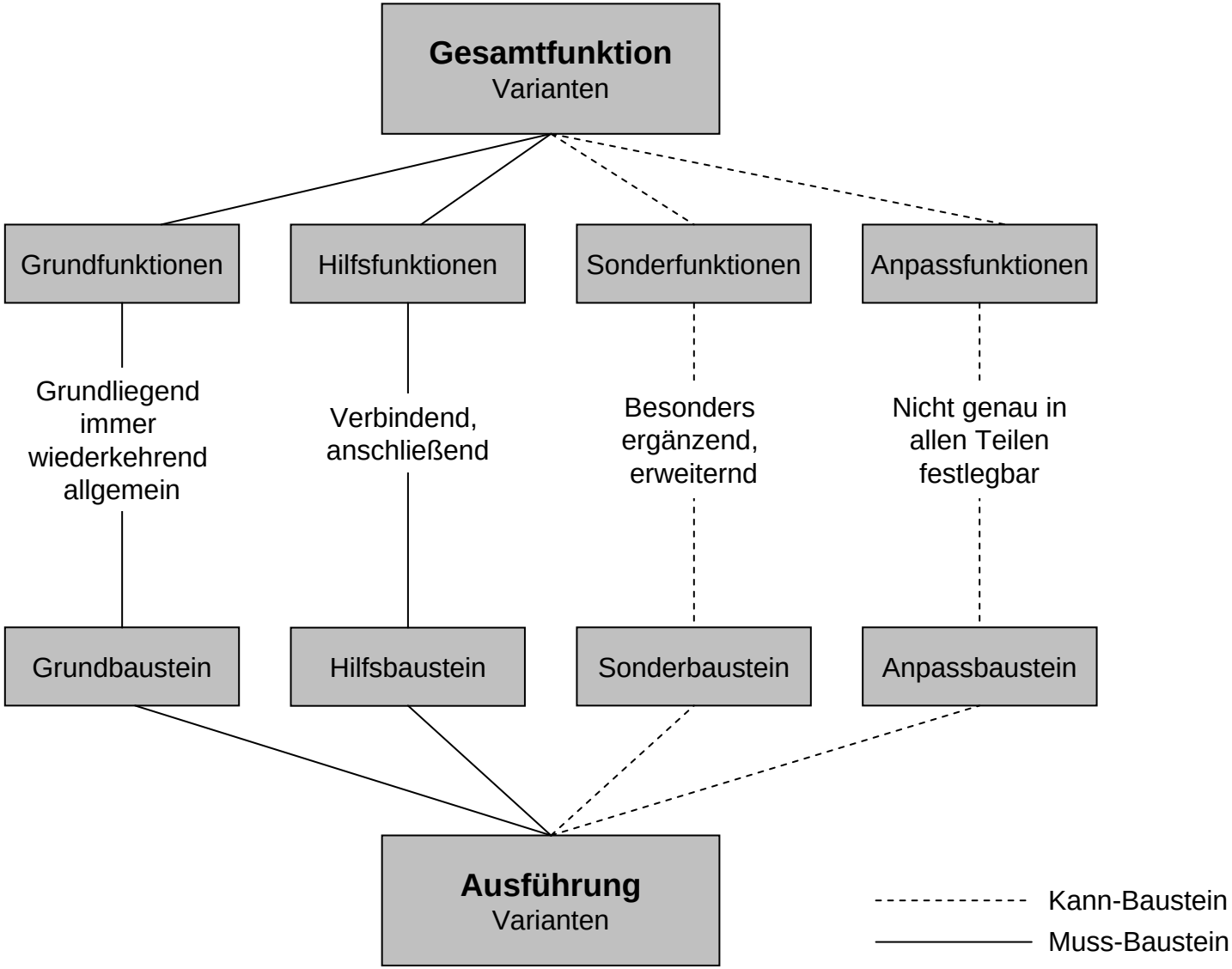

Abbildung 12: *Funktions- und Bausteinarten bei Baukastensystemen* (vgl. Flemming et al. 2007, S. 29)

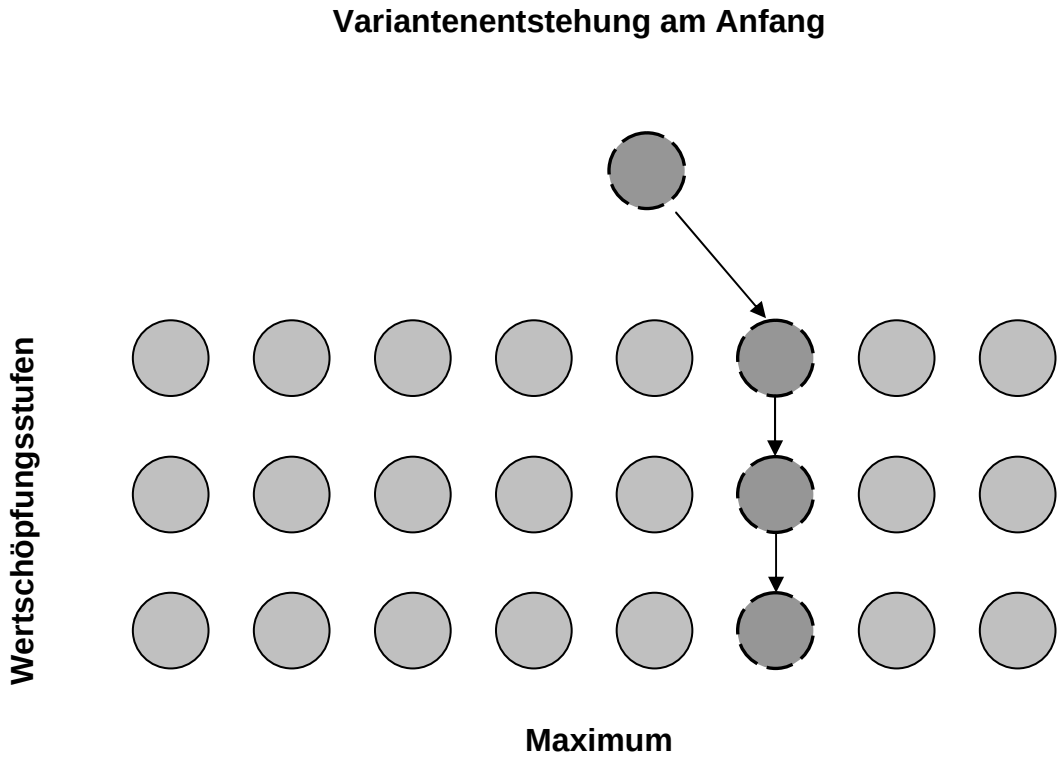

Abbildung 13: *Auswirkung des Entstehungszeitpunktes von Varianten* (1) (Franke 1998, S. 8f)

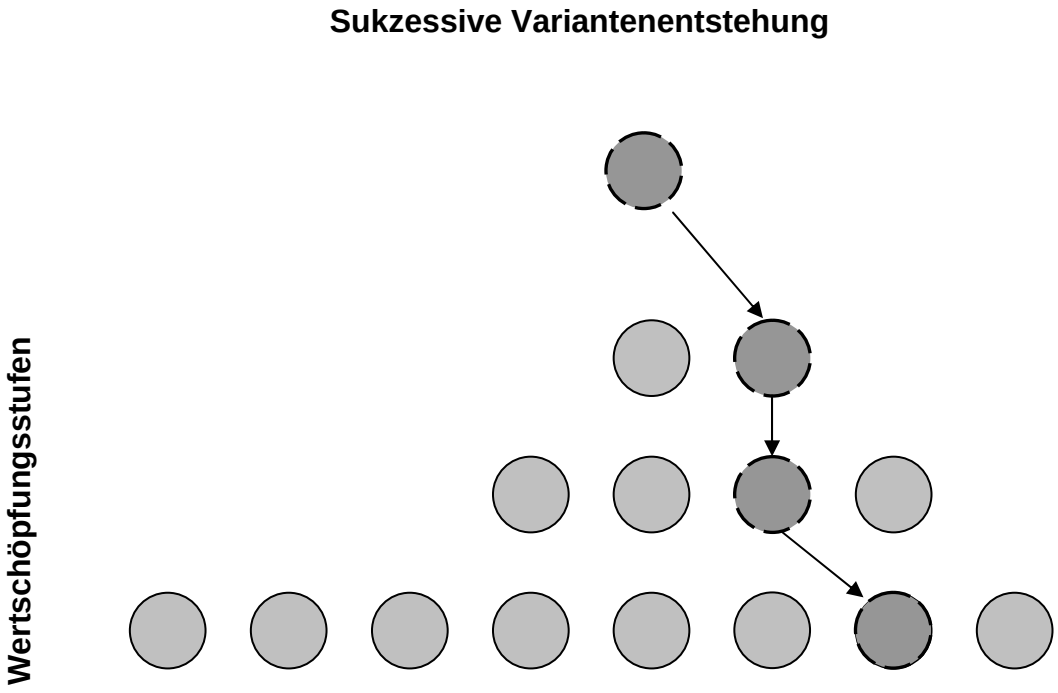

Abbildung 14: *Auswirkung des Entstehungszeitpunktes von Varianten* (2) (Franke 1998, S. 8f)

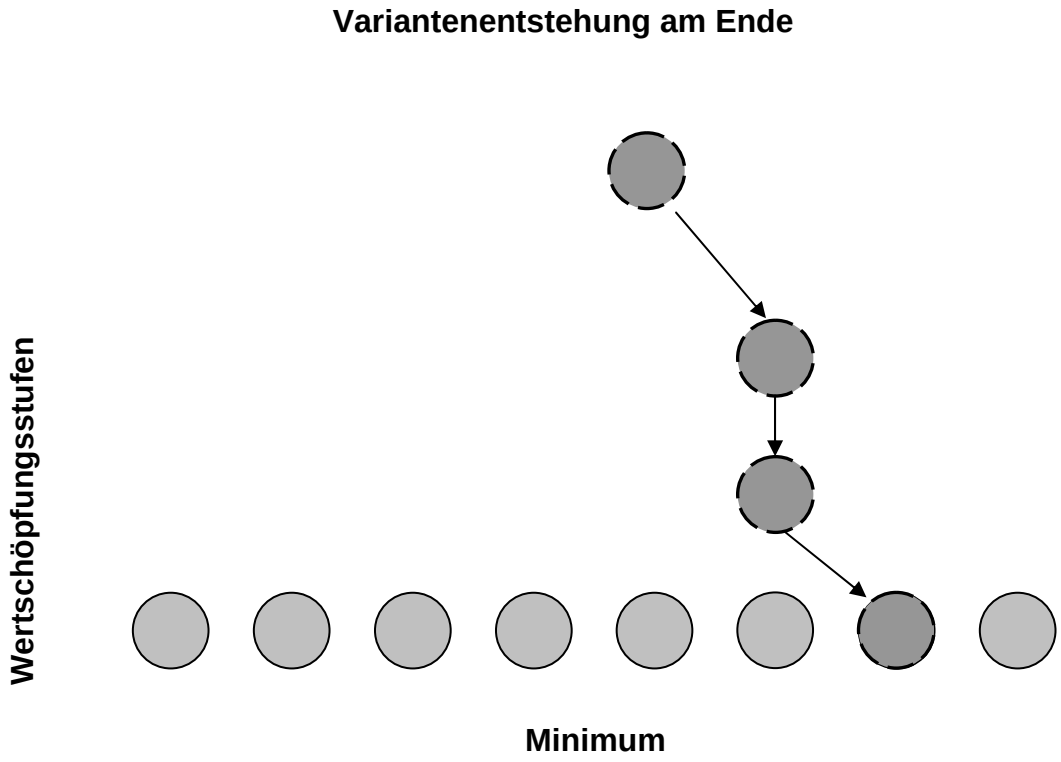

Abbildung 15: *Auswirkung des Entstehungszeitpunktes von Varianten* (3) (Franke 1998, S. 8f)

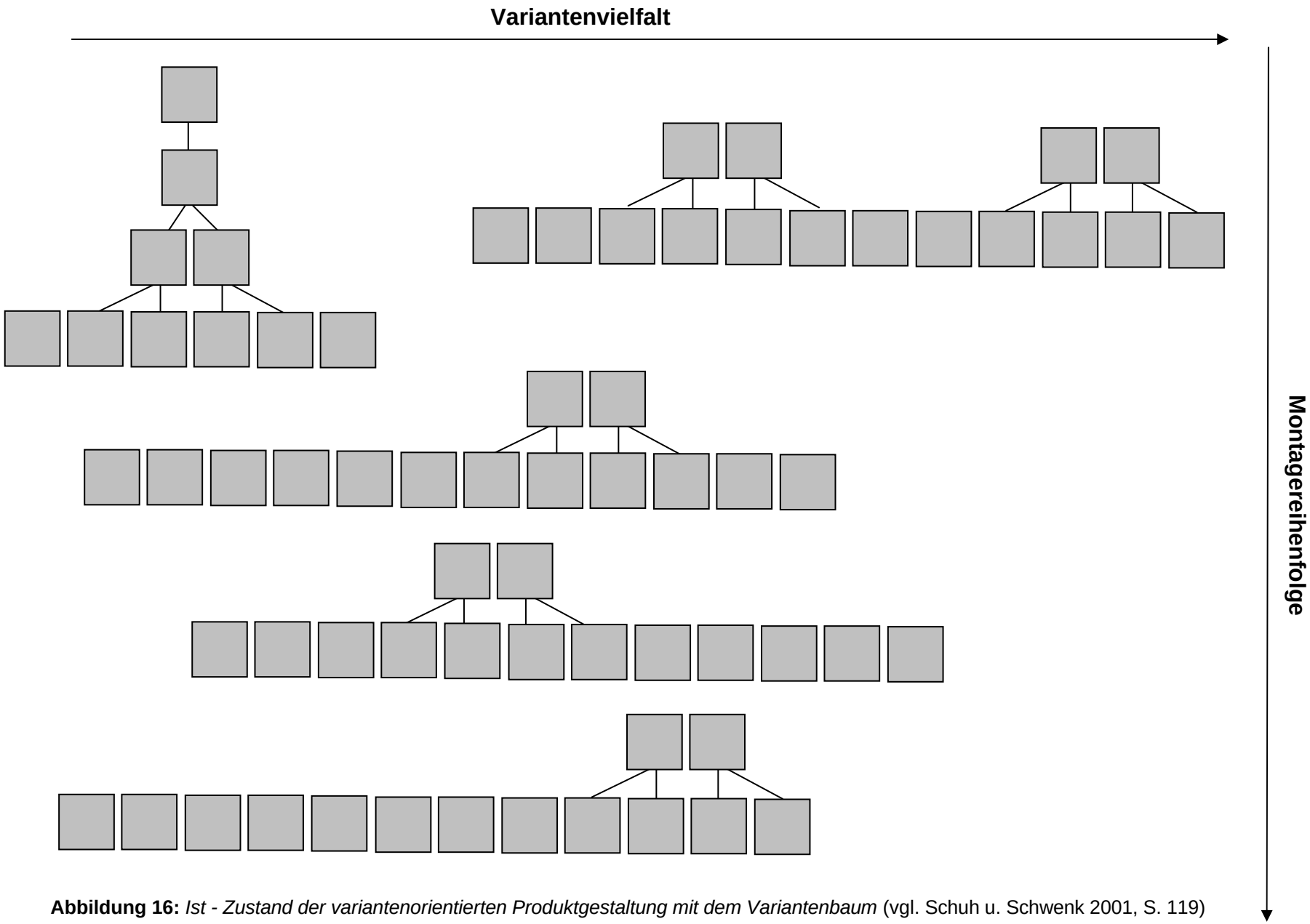

Abbildung 16: *Ist - Zustand der variantenorientierten Produktgestaltung mit dem Variantenbaum* (vgl. Schuh u. Schwenk 2001, S. 119)

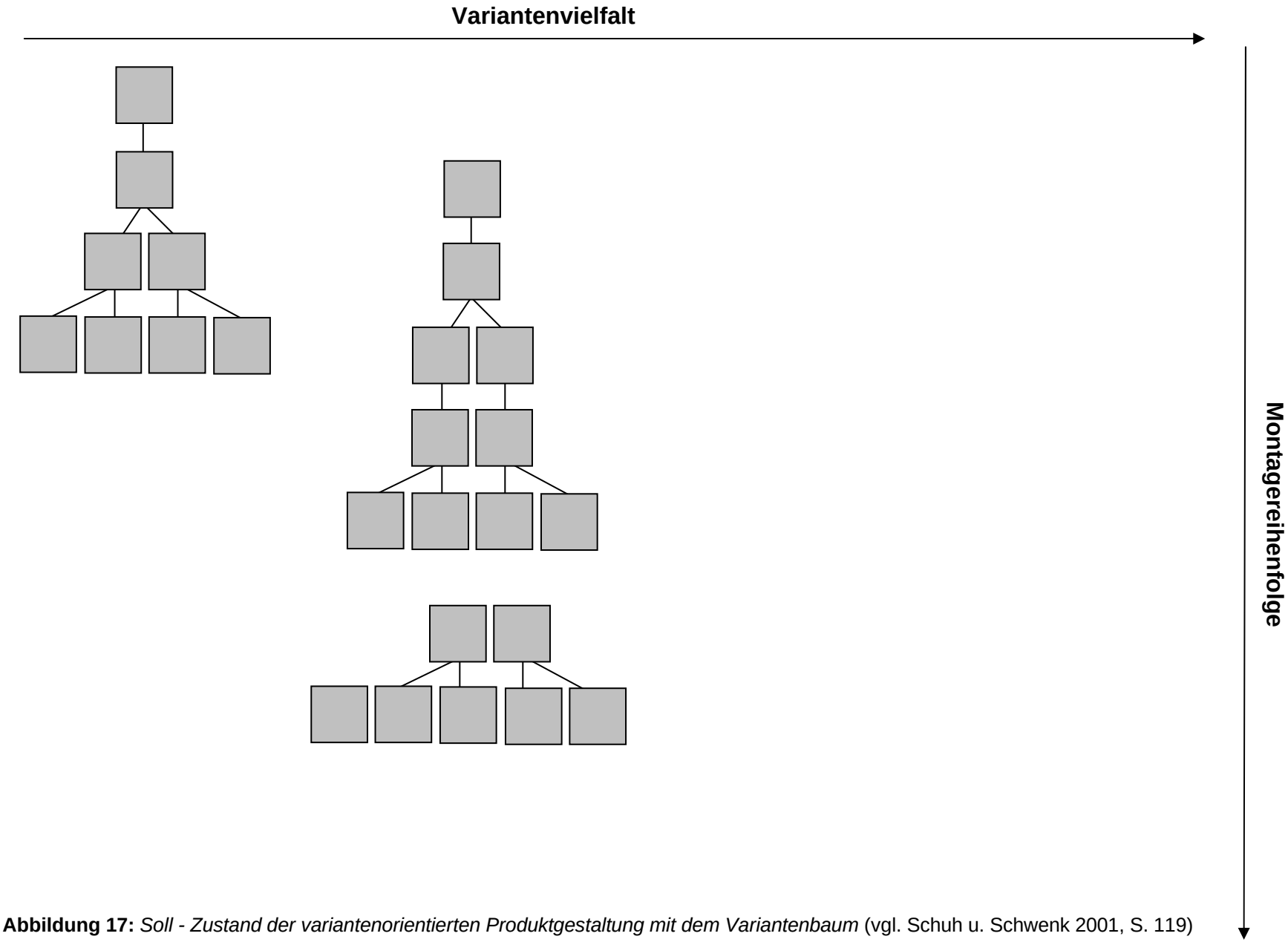

Abbildung 17: *Soll - Zustand der variantenorientierten Produktgestaltung mit dem Variantenbaum* (vgl. Schuh u. Schwenk 2001, S. 119)

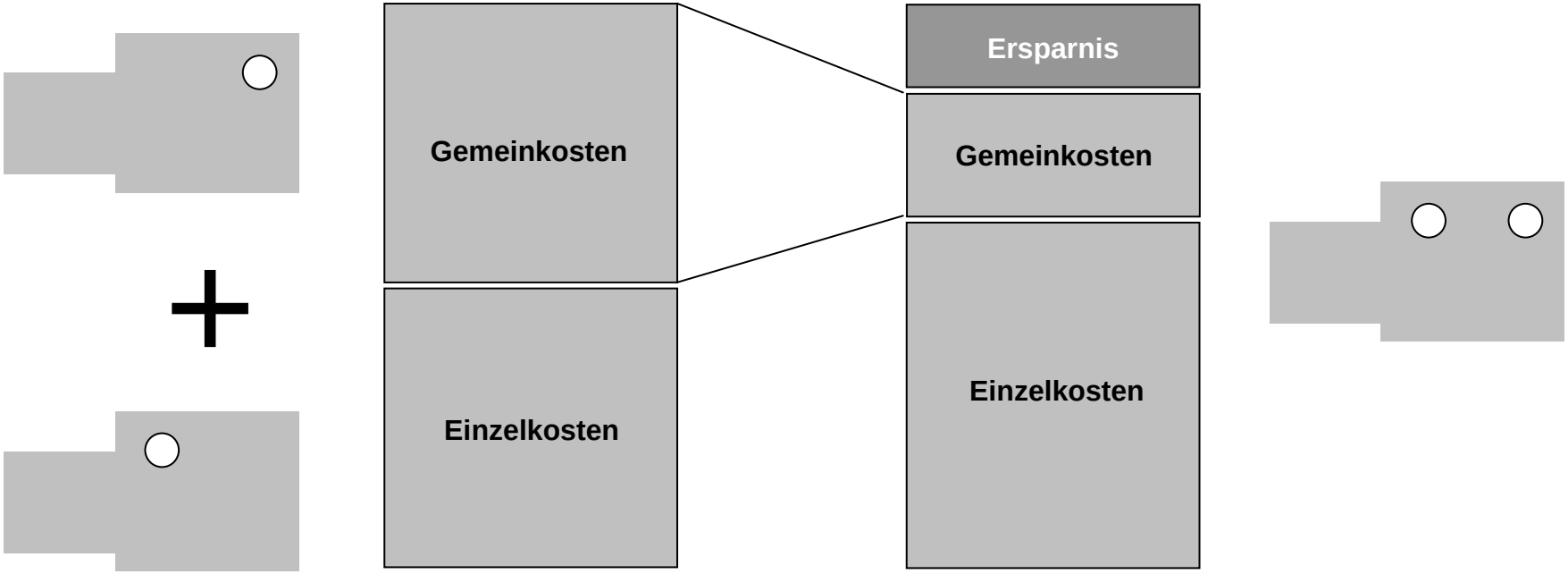

Abbildung 18: *Kostenreduzierung durch Zusammenfassung von Variablen* (nach Behr 1998, S. 45)

Sachmerkmalleiste DIN 4000								
Kenn-buchatabe	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**
Sachmerkmalbenennung	Werkstoff	Gesamtlänge	Flansch-durchmesser	Teilkreis-durchmesser	Bohrungs-leitung	Bohrungs-durchmesser	Gewinde	
Einheit	-	mm	mm	mm	Grad	mm	-	
Ident.-Nummer								
#4458	MA 3358	60	120	50	5x80	5	M21	
#4459	MA 3358	65	125	55	6x80	5	M21	
#4460	MA 3358	66	126	56	7x80	5	M21	
#4461	MA 3358	67	130	60	8x80	6	M21	
#4470	MA 3358	70	135	65	8x80	7	M21	

Abbildung 19: *Sachmerkmalleistenkatalog DIN 4000*

Maßnahmen des Komplexitätsmanagements				
		Ansatzpunkt der Maßnahmen auf der Ebene der…		
		Komponenten / Produkte	Prozesse	Kundenstruktur / Programm
Auswirkungen des Maßnahmeneinsatzes auf den Komplexitätsgrad	Komplexitäts-vermeidung	• Parallele Entwicklung antizipativer Varianten • Einsatz von Gleichteilen / Teile- und Materialstandardisierung • Modularisierung der Produktstrukturen, Baukastenprinzip, Plattformen • Funktionsintegration auf Teileebene	• Modularisierung auf Prozessebene: Reintegration von Arbeitsinhalten zu ganzheitlichen Aufgabenkomplexen; Fertigungssegmentierung und Implementierung selbststeuernder Regelkreise • Fertigungs. Und montagegereichte Konstruktion	• Vorfeldmarketing • Definition möglichst homogener Zielmärkte
	Komplexitäts-reduktion	• Reduktion der Material und Halbzeugnisvielfalt • Erhöhung der Mehrfachverwendung / des Standardisierungsgrades • Angebot nur weniger höherwertiger Varianten (Up-Grading) • Verschiebung des Variantenbestimmungspunktes bzw. Vorfertigungsgrades	• Optimierung der Lieferantenzahl (Single Sourcing) • Optimierung der Leistungstiefe (Bezug komplexerer Vorleistungen im Sinne des Modular Sourcing) • Fokussierte Fabriken • Kontinuierliche Verbesserungsprozesse	• Optimierung der Programmbreite • Direkte Kundenbereinigung durch Minsestauftragsmenge • Indirekte Kundenbereinigung durch Mindermengenzuschläge • Kombination von Komponenten zu Leistungsbündel (Bündelung; Packaging)
	Komplexitäts-beherrschung	• Einrichtung von Bevorratungsebenen • Substitution von Hardwarefunktionalität durch Software • Realisierung standardisierter Produkt-. Baubruppen- und Komponentenschnittstellen	• Objektorientierte Auftragsabwicklung • Visualisierung am Verbauort • Einsatz von IuK-Technologien zur Erhöhung der Komplexitätsverarbeitung • Definition überschaubarer Zielsysteme für dezentrale Entscheidungsbereiche	• Aufbau von Learning Relationships mit dem Abnehmern • Nutzung des Kundenwissens

Abbildung 20: *Systematisierung verschiedener Ansatzpunkte des Komplexitätsmanagements* (vgl. Piller (2006), S. 195)

Potentiale der Modularisierung im Rahmen der kundenindividuellen Massenproduktion		
Aktivität	**Modularisierung auf Produktebene**	**Modularisierung auf Prozessebene**
Forschung und Entwicklung	• Reduktion der Produktschnittstellen • Größerer Optimierungsspielraum eines in die Entwicklung integrierten Zulieferers	• Tramorientierte (modulare) Organisation der Entwicklung führt zu Abbau von Schnittstellen, Reduktion von Reibungsverlusten und Komplexität durch Dezentralisierung von Planungsaufgaben
Erhebung der Kundeninformationen	• Leichtere Vorgabe von Varianten • Aufbau eines regelbasierten Konfigurationssystems	• Wissensbildung und Lerneffekte durch Spezialisierung einzelner Module auf besondere Spezifikationsprobleme bestimmter Kundengruppen
Beschaffung	• Kosten- und Komplexitätsabbau durch Planung auf Modul- statt auf Teileebene • Bestandsreduktion durch Teilereduktion	• Reduktion der Anzahl direkter Zulieferer auf wenige Modullieferanten führt zur Abnahme zu koordinierter Schnittstellen • Bessere Möglichkeiten einer Integration von / Kooperation mit Lieferanten
Produktion	• Reduktion der Komplexität in der Montage, da statt vielen Einzelbauteilen ein komplettes Modul integriert wird • Unterstützung der Montage durch einfache Gestaltung der Modulschnittstellen (Steckverbindungen etc.) • Unterstützung einer fertigungsgerechten Konstruktion	• Reduktion der Planungskomplexität durch Übertragung von Aufgabeninhalten auf dezentrale Fertigungsmodule und Einsatz dezentraler Steuerungsmechanismen • Verschiebung des Variantenbestimmungspunkts auf spätere Stufe der Wertkette • Wissensbildung und Lerneffekte durch Spezialisierung einzelner Prozessmodule
Marketing und Vertrieb	• Erleichterung der Distribution • Reduktion der Lagerhaltung im Vertrieb • Reduktion des Risikos der Nichtabnahme bestellter Leistungen	• Erstellung von Sekundärleistungen nach modularen Prinzipien • Leichtere Schulung der Verkaufsmitarbeiter
Kundendienst	• Up-Date einzelner Komponenten • Leichtere Reparatur durch Austausch einzelner Komponenten	• Geringere Komplexität der Reparaturplanung / Ersatzteilbevorratung

Abbildung 21: *Potentiale der Modularisierung im Rahmen der kundenindividuellen Massenproduktion* (vgl. Piller (2006), S. 200)

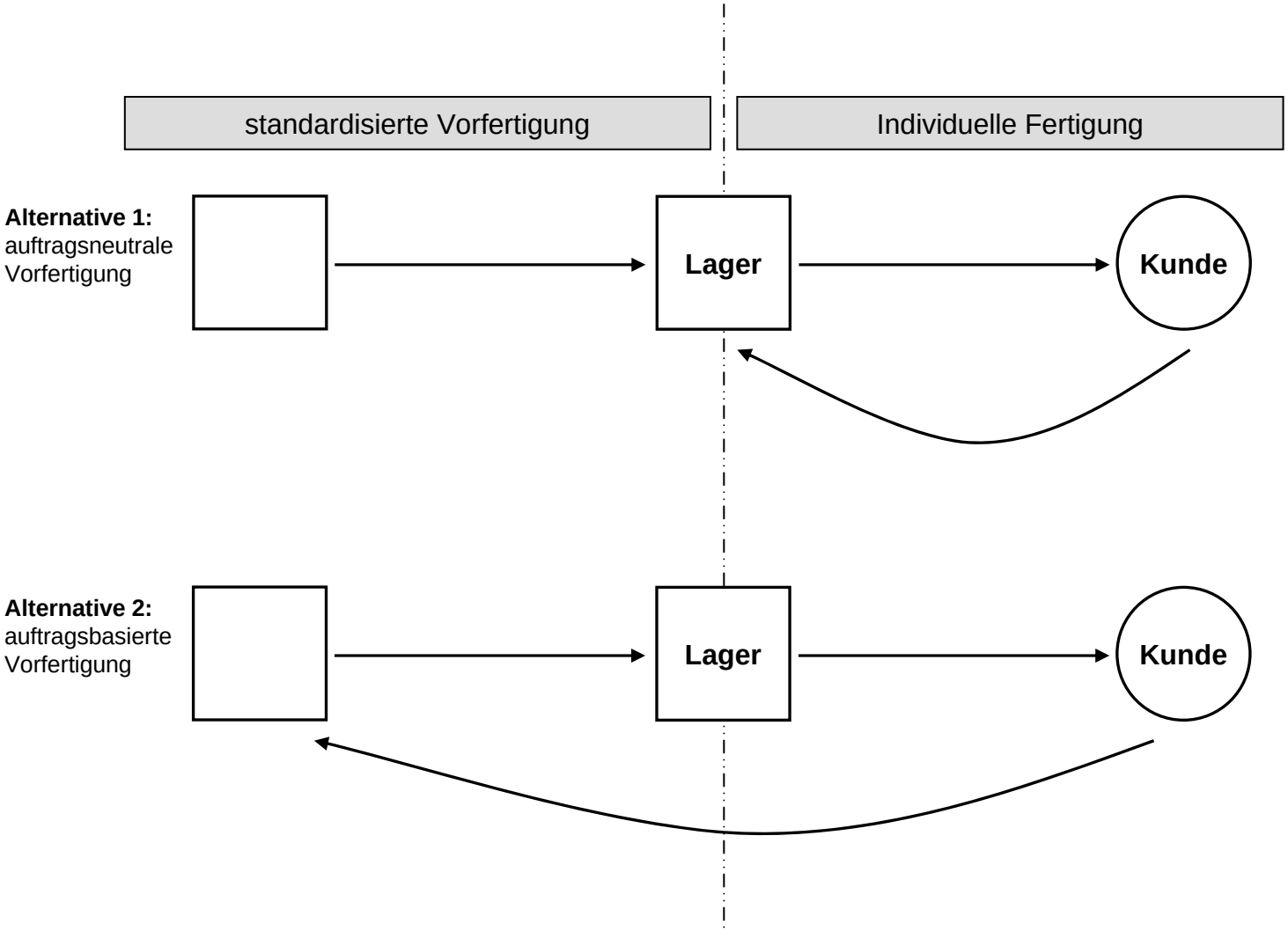

Abbildung 22: *Auftragsneutrale und kundenbasierte Vorfertigung* (vgl. Piller (2006), S. 202)

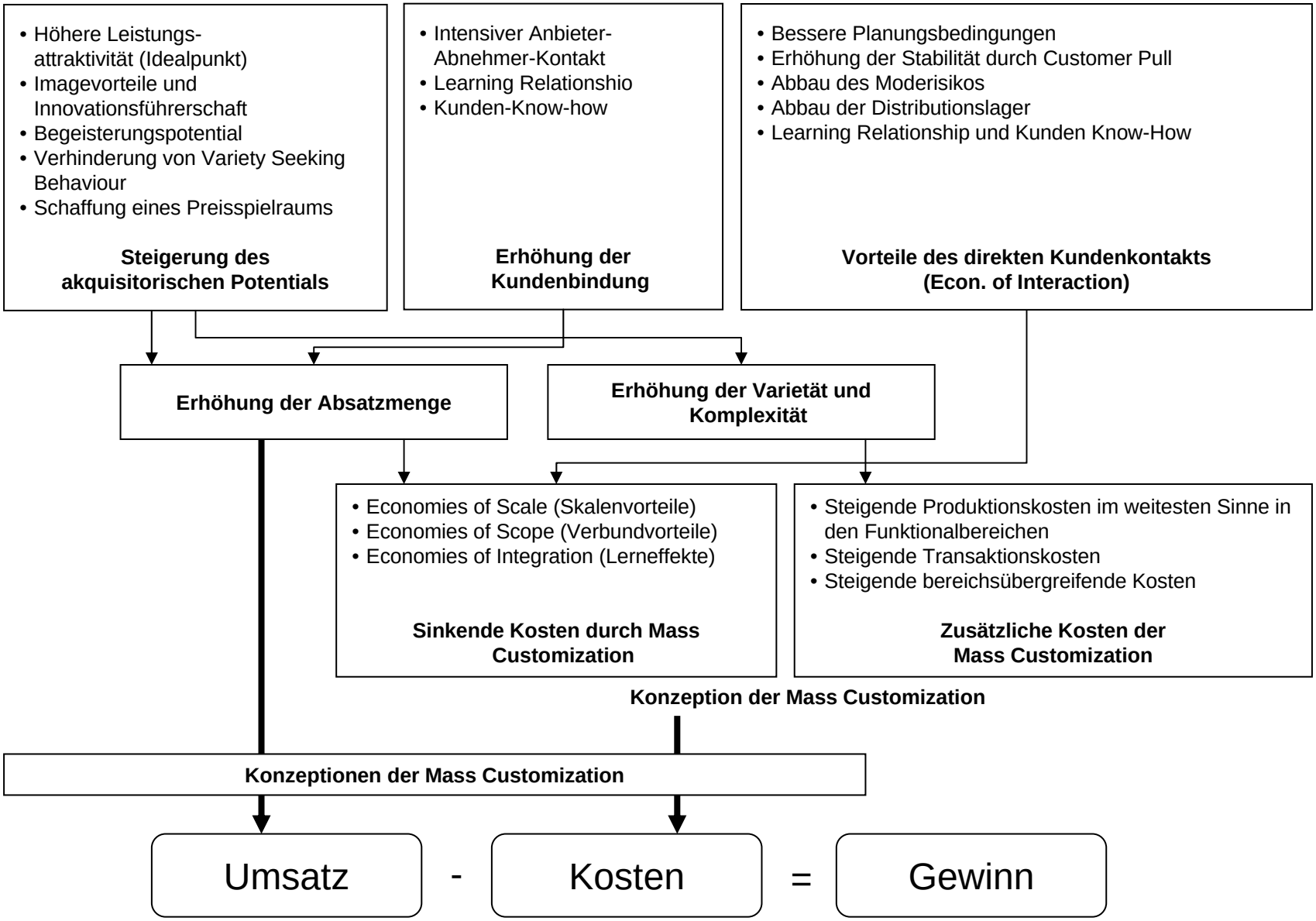

Abbildung 23: *Logik von Mass Customization* (Piller (2006), S. 215)

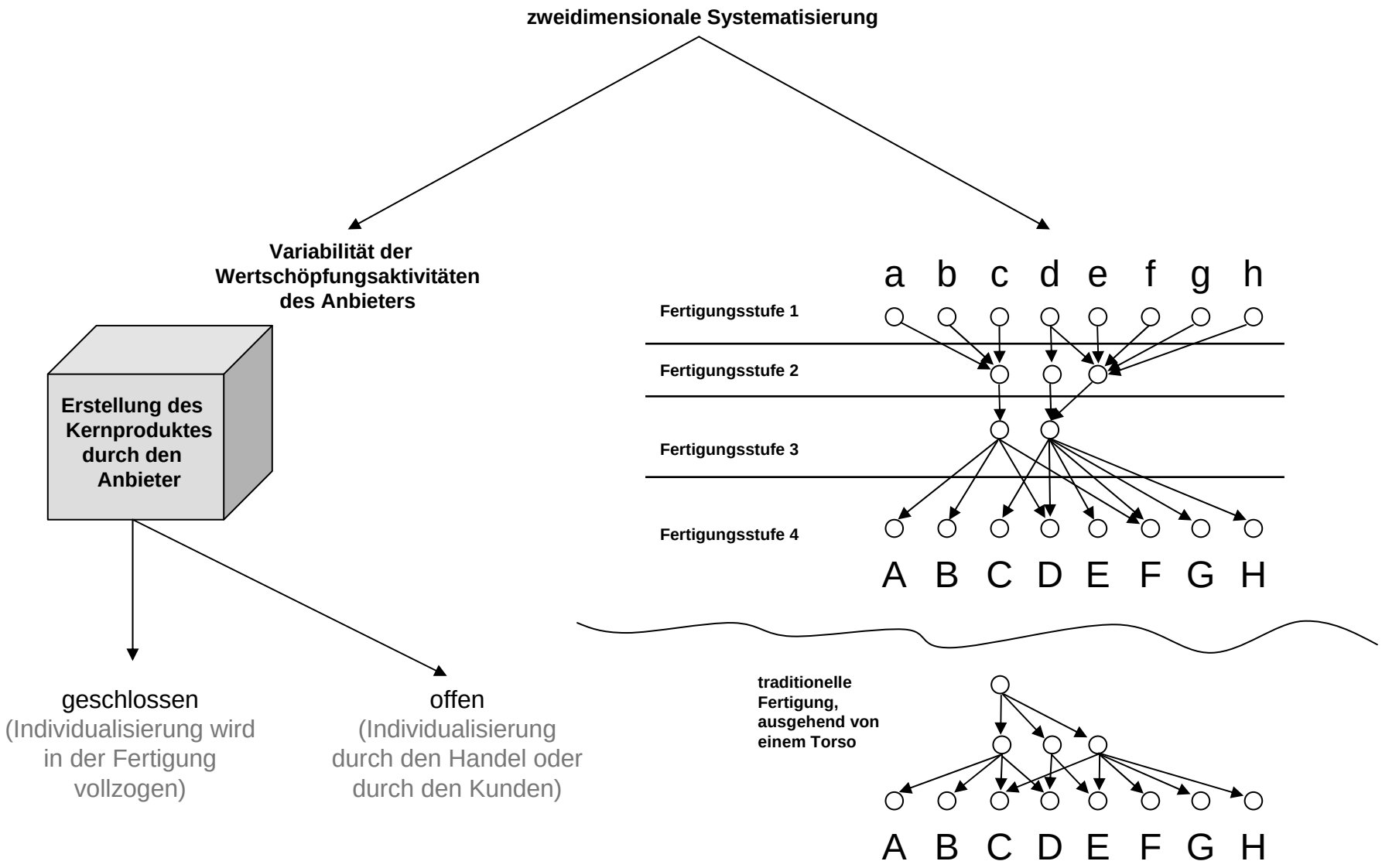

Abbildung 24: *Systematisierung von Mass Customization* (eigene Darstellung)

Konzeption der Mass Customization		
Soft Customization: Kein Eingriff in die Fertigung, Vollzug der Individualisierung außerhalb des Unternehmens	**Hard Customization:** Varietät basiert auf Aktivitäten der Fertigung, Änderung der internen Funktionen notwendig	
Selbstindividualisierung Konstruktion und Fertigung standardisierter Produkte mit eingebauter Flexibilität, die vom Kunden selbst angepasst werden	**Individuelle End- / Vorproduktion mit standardisierter Restfertigung** Enterder die ersten (Materialverarbeitung) oder die letzten Wertschöpfungsschritte (Montage, Veredelung) werden kundenindividuell durchgeführt, alle anderen standardisiert	**Umfang kundenindividueller Wertschöpfungsstufen**
Individuelle Endfertigung im Handel / Vertrieb Auslieferung eines einheitlichen Rohprodukts, das im Handel nach Kundenwunsch vollendet wird	**Modularisierung nach Baukastenprinzip** Erstellung kundenspezifischer Produkte aus standardisierten kompatiplen Bauteilen	
Serviceindividualisierung Ergänzung von Standardprodukten um individuelle sekundäre Dienstleistungen	**Massenhafte Fertigung von Unikaten** Individuelle Leistungserstellung über ganze Wertkette durch standardisierte Prozesse	

Abbildung 25: *Konzeption von Mass Customization* (vgl. Piller (2006), S. 220)

Arten von Produkten zur Selbstindividualisierung		
Wiederholbarkeit	**Funktionen**	
	fix	variabel
Einmalig / keine Speicherung	(1) Einmalige Einstellung möglich bzw. vor jeder Benutzung Auswahlentscheidung zwischen verschiedenen fest vorgegebenen Dunktionen (Waschmaschine, Bankomat, Sportschuhe)	(2) Konfiguration von Standardprodukten durch individuelle Zusatzstoffe (individuelle Kosmetikprodukte)
Speichern und wiederholte Anpassung möglich	(3) Reversible Konfiguration des Produktes durch die Kombination vorgegebener Funktionen und individueller Speicherung dieser Einstellungen (EDV-Software, automatische Spannungsanpassung bei Elektrogeräten, intelligente Suchagenten	(4) Intelligente Systeme, die aus einer Reihe von Funktionsmodulen die Erstellung eigener komplexer Funktionen ermöglichen (selbstprogrammierbare Computerchips, Handschriftenerkennung von Palmtops)

Abbildung 26: *Funktions- und Bausteinarten bei Baukastensystemen* (vgl. Flemming et al. 2007, S. 29)

Abbildung 27: *Bestandteile einer Web-Lösung für Mass Customization* (vgl. Piller (2006), S. 263)

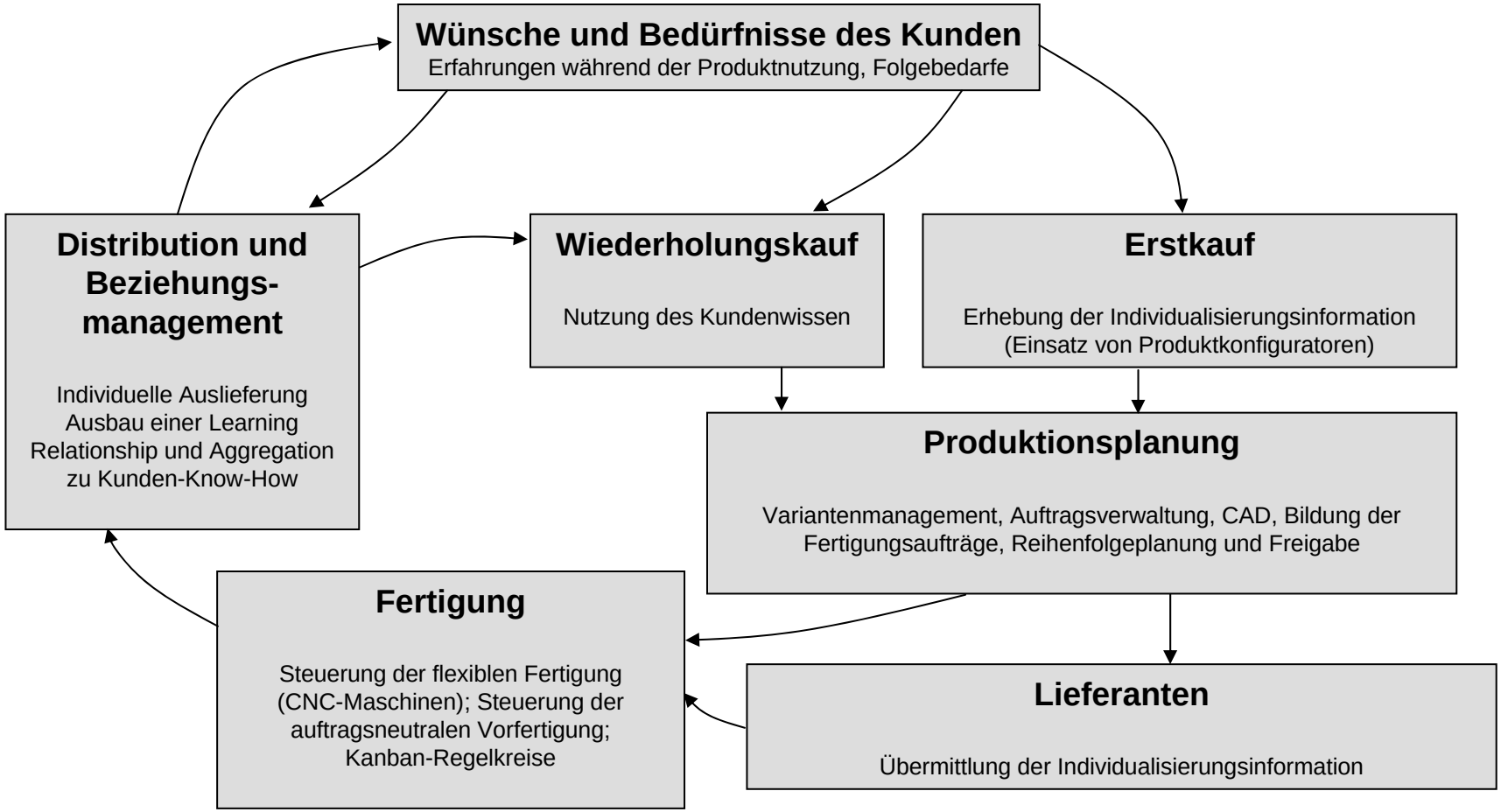

Abbildung 28: *Informationsfluss von Mass Customization* (vgl. Piller (2006), S. 359)

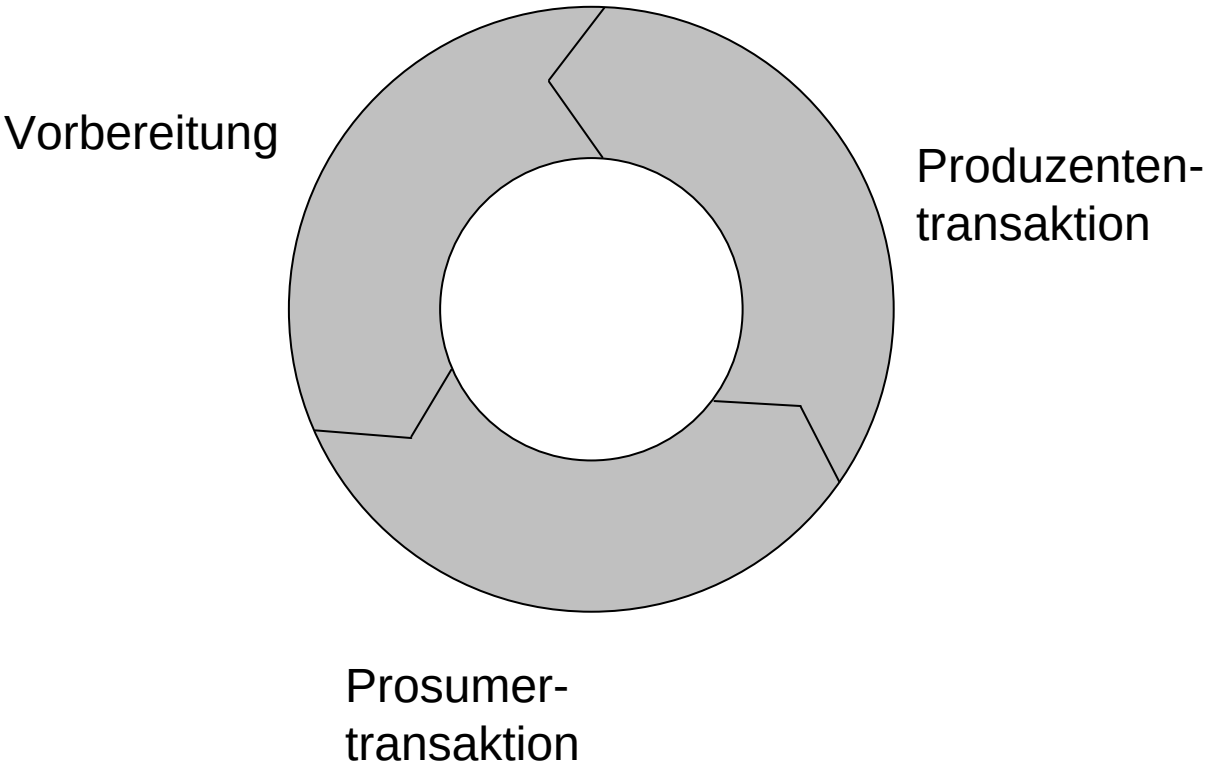

Abbildung 29: *Einfacher Prozess-Zyklus der Co-Produktion* (vgl. Grün (2002) S. 95)

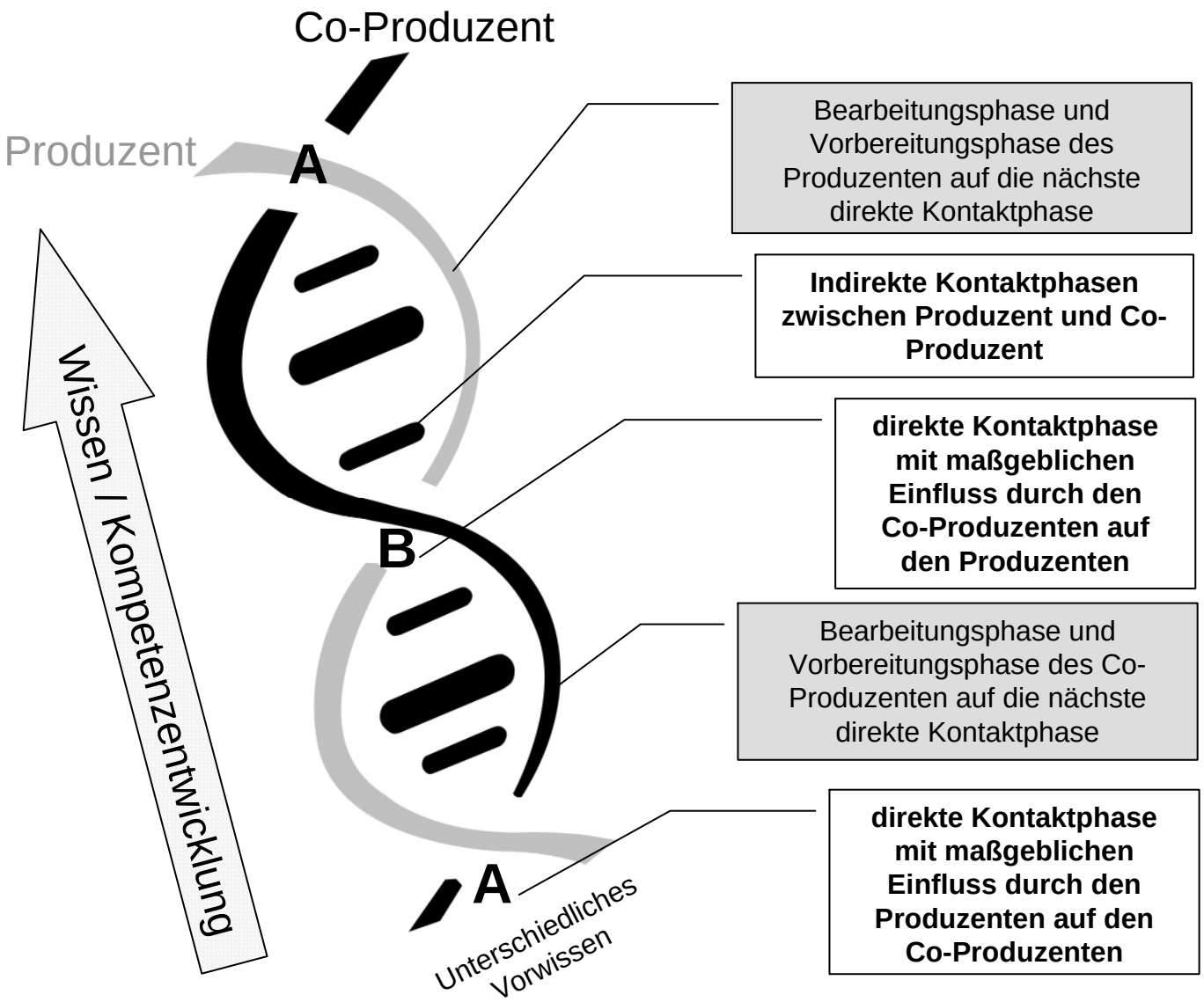

Abbildung 30: *Fortgeschrittener Prozess-Zyklus* (eigene Darstellung)

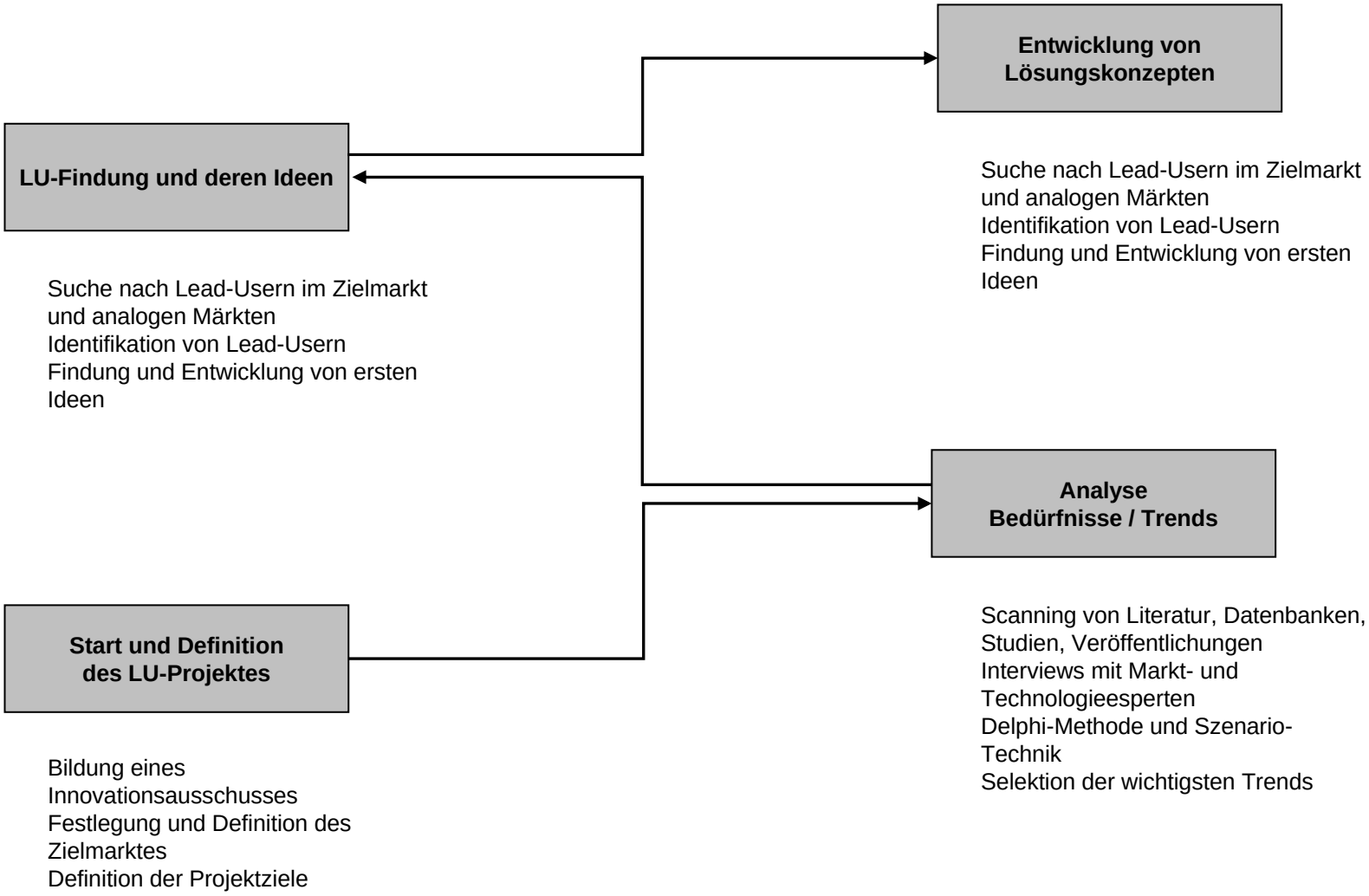

Abbildung 31: *Lead-User-Prozess* (vgl. Großklaus (2008), S. 147)

Beispiel	Stichprobe	Anteil an innovativen Nutzern	Quelle
Industrieprodukte			
CAD Software für integr. Schaltkreise	136 Angehörige von Nutzerfirmen	24,3%	Urban / von Hippel 1988
Industrieinstallationen	Angestellte in 74 Firmen, die Rohrinstallationen durchführen	36%	Herstatt / von Hippel 1992
Bibl. Info-Systeme	Bibliothekare in 102 australischen Bibliotheken, die OPAC Systeme nutzen	26%	Morrison et al. 2000
Medizintechnik	261 Chirurgen in dt. Universitätskliniken	22%	Lüthje 2003a
Sicherheitsfeatures für Apache Web-Server Software	131 technische versierte Nutzer (Webmasters)	19.1%	Franke / von Hippel 2003
Konsumgüter			
Outdoor Produkte	153 Empfänger eines Mail-Order-Katalogs für Trecking Produkte	9,8%	Lüthje 2004
„Extrem“ Sportequipment	197 Mitglieder aus 4 Sportclubs in neuen Sportarten	37,8%	Franke / Shah 2003
Mountain Biking	291 Mountain Biker in einer Region	19,2%	Lüthje et al. 2005

Abbildung 32: *Studien zum Anteil innovativer Nutzer*
(verändert entnommen aus von Hippel 2005) (vgl. Piller 2009, S. 136)

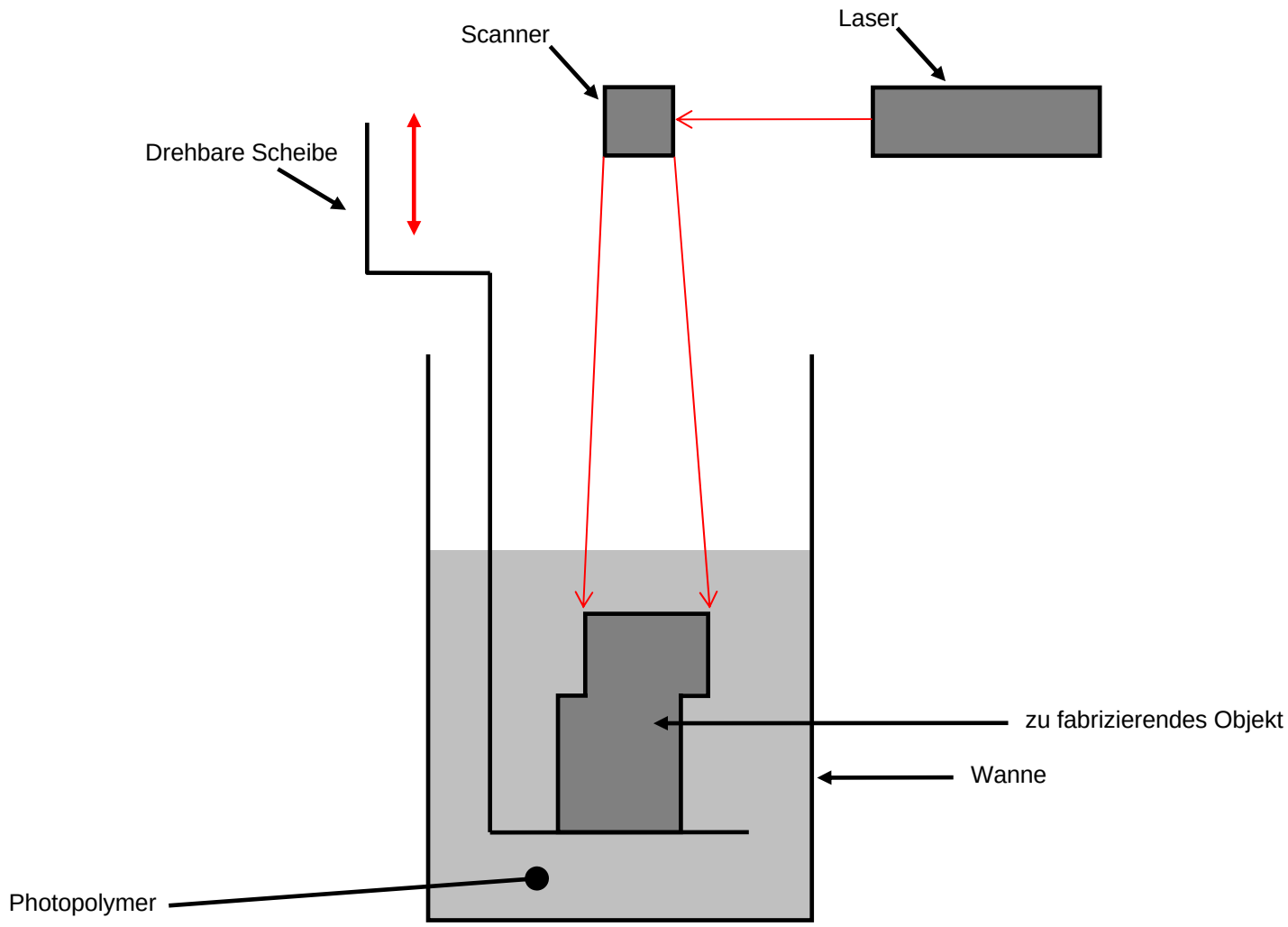

Abbildung 33: *Übersicht des Stereolithographie-Verfahrens* (eigene Darstellung nach Neef (2005), S. 29)

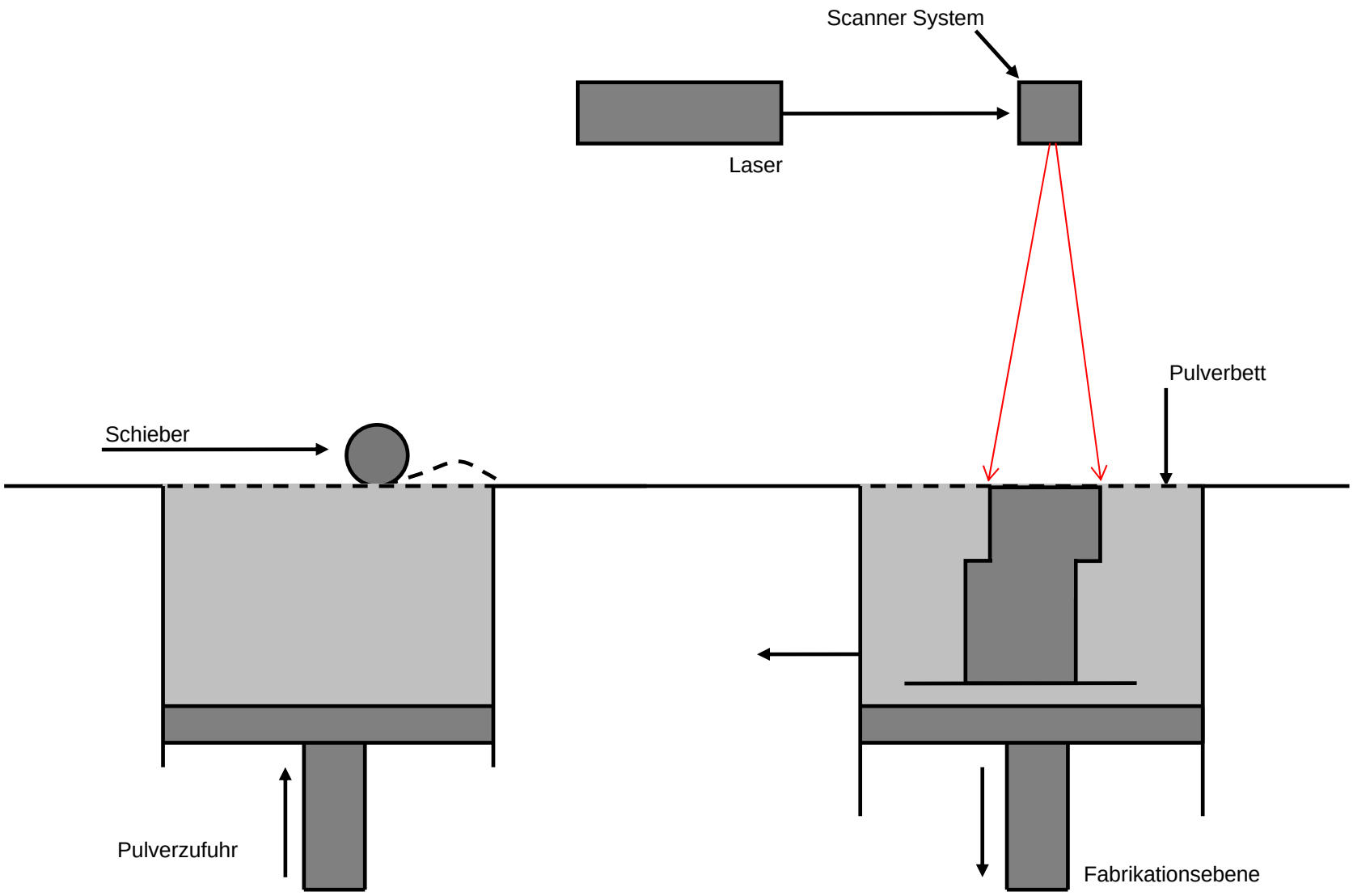

Abbildung 34: *Übersicht der Verfahrensweise zum selektiven Lasersintern (SLS)* (eigene Darstellung nach Neef (2005), S. 31)

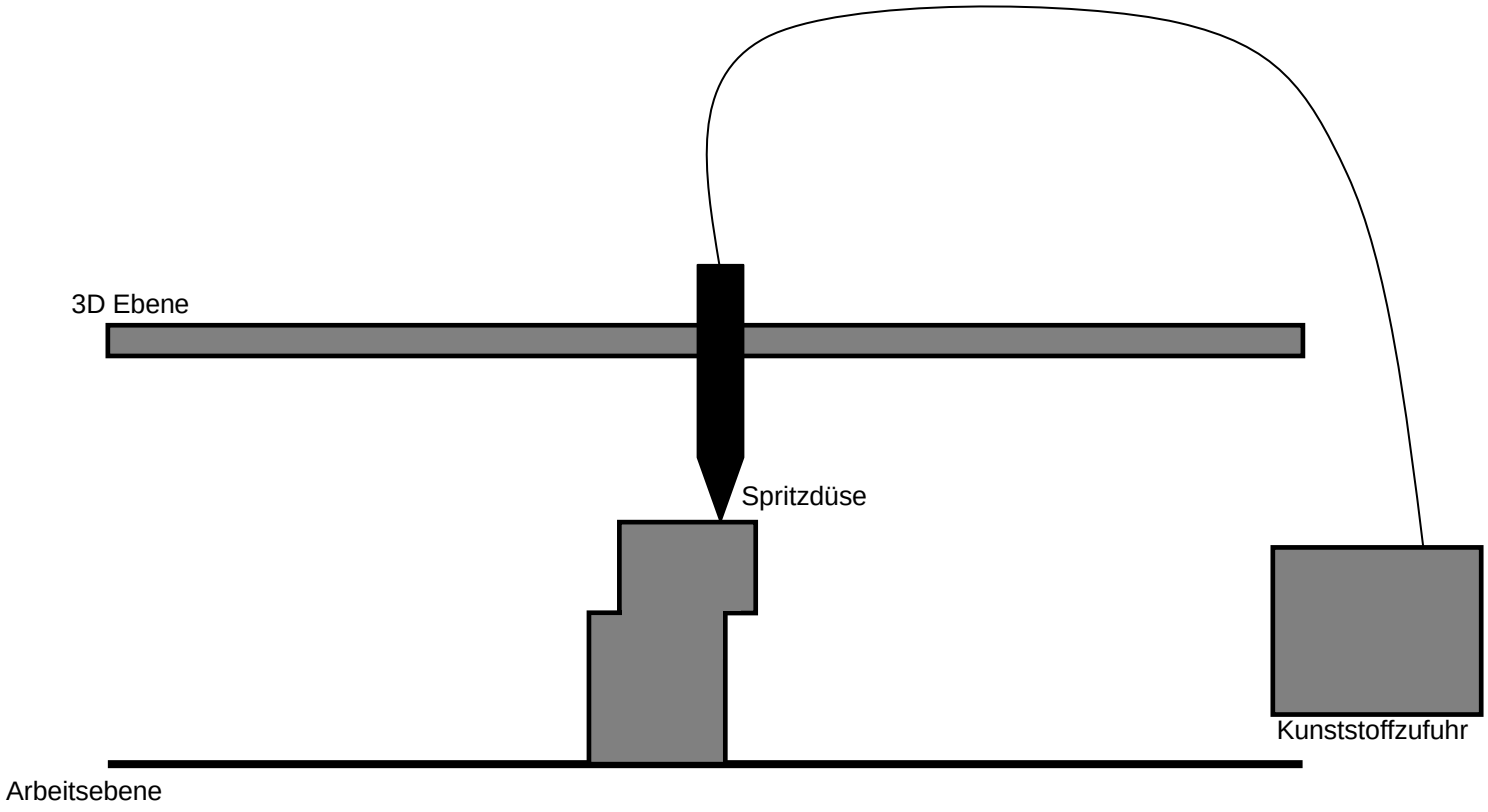

Abbildung 35: *FDM Schaubild* (eigene Darstellung nach Neef (2005), S. 35)

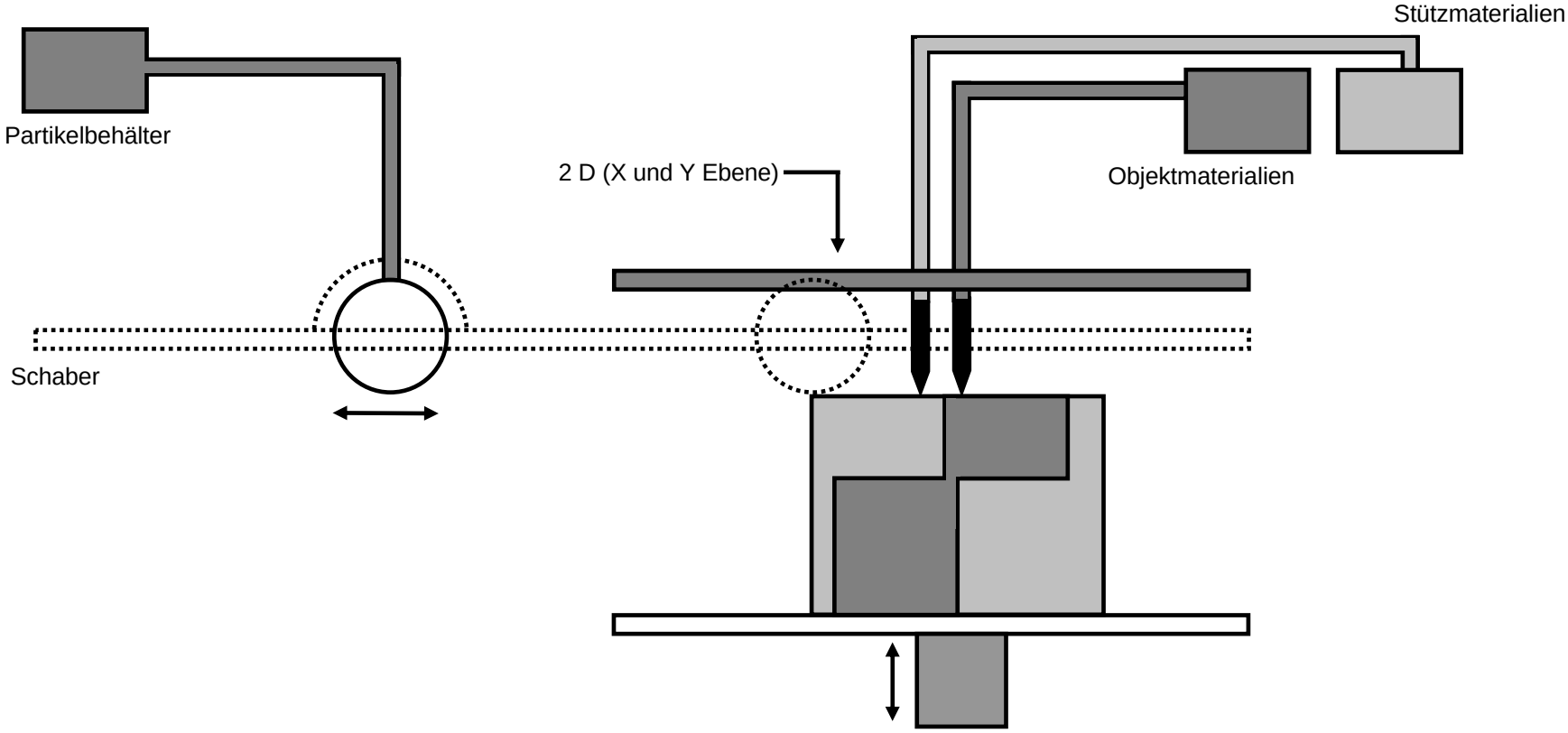

Abbildung 36: *Inkjet-Drucker* (eigene Darstellung nach Neef (2005), S. 35)

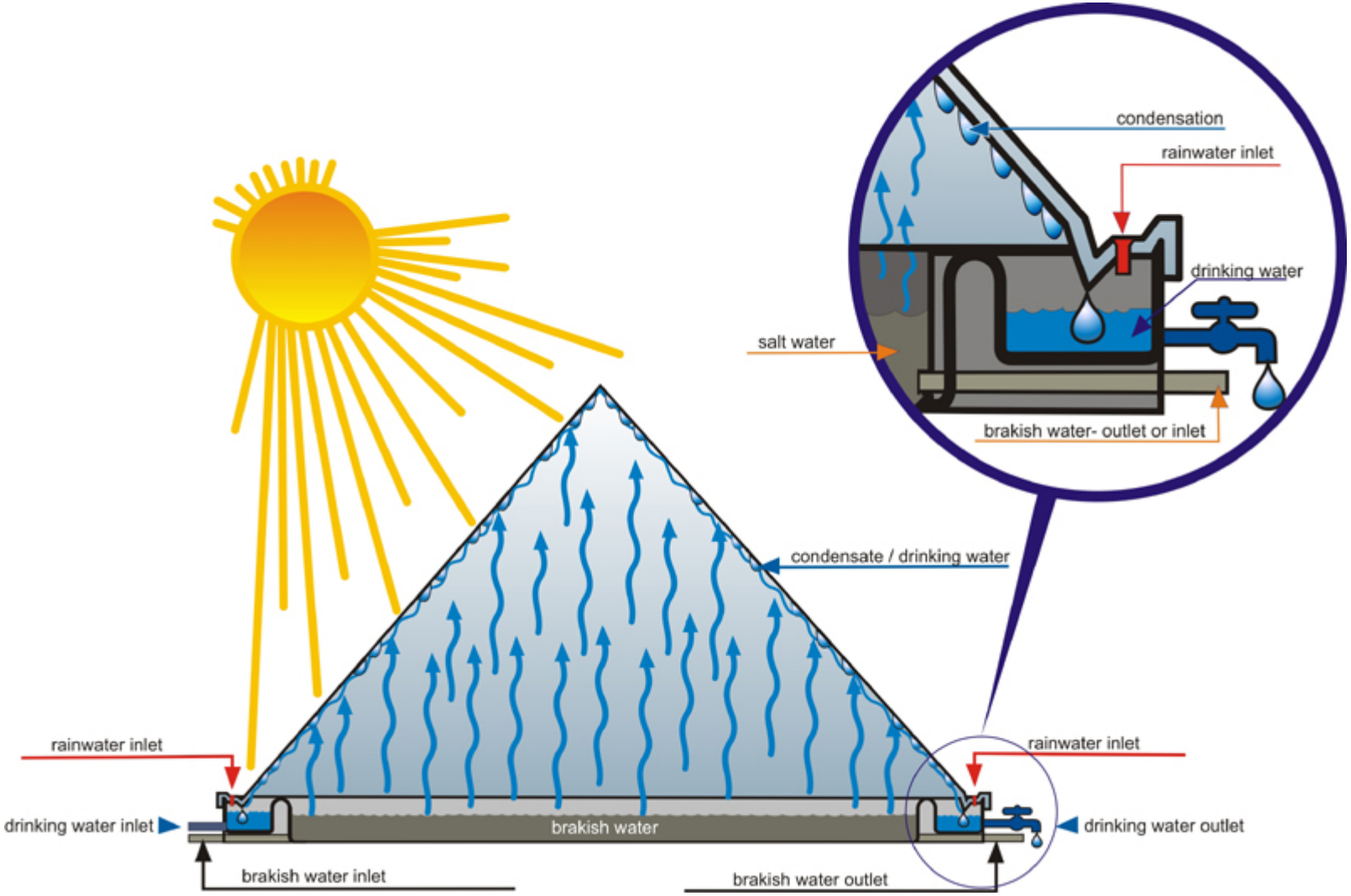

Abbildung 37: *Arbeitsweise der Sunwater-Factory* (eigene Darstellung)

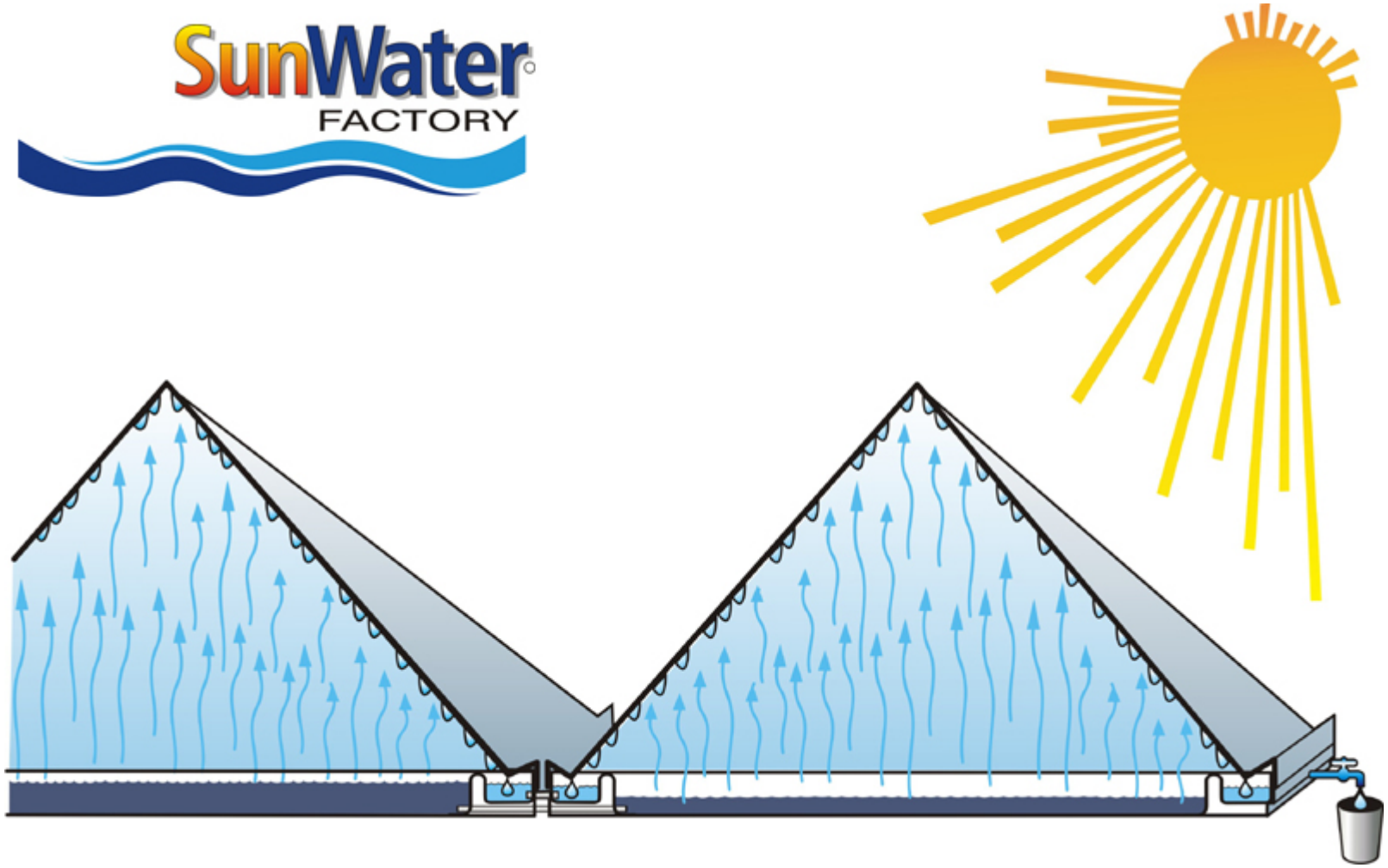

Abbildung 38: *Vernetzung der Sunwater-Factory* (eigene Darstellung)

Abbildung 39: *Forschungsstation in den Arabischen Emiraten* (eigene Darstellung)

Abbildung 40: *Sunwater-Factory vor großen Kühlventilatoren* (eigene Darstellung)

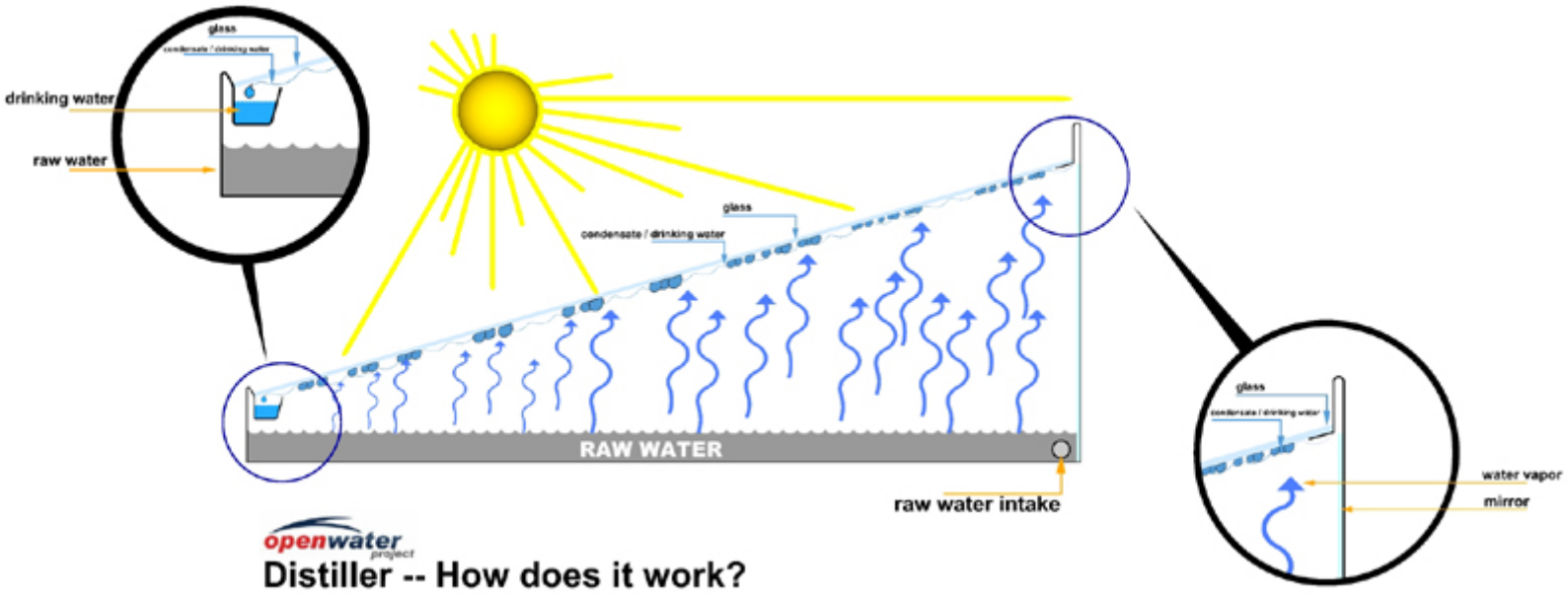

Abbildung 41: *Arbeitsweise der Openwater-Project-Anlage* (eigene Darstellung)

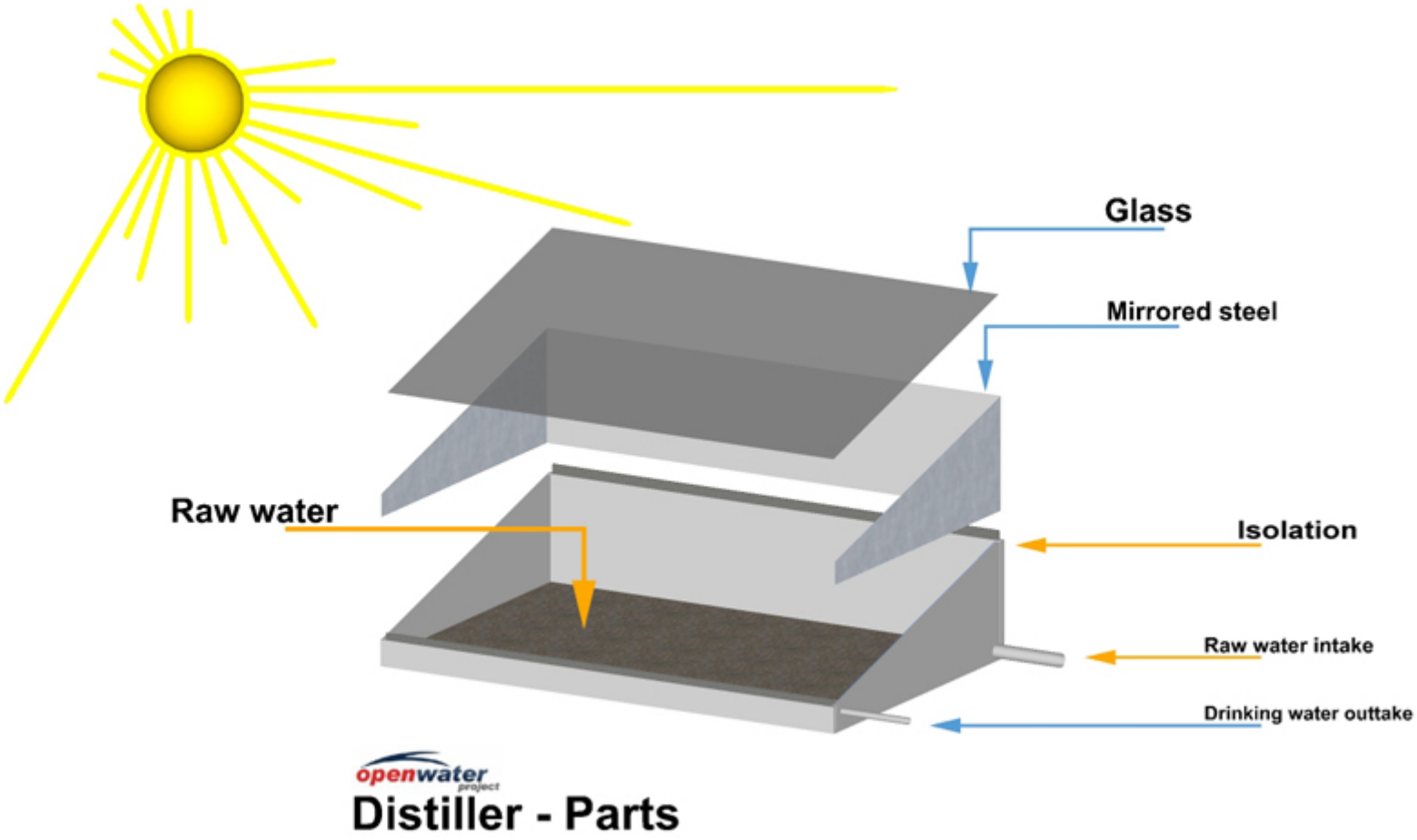

Abbildung 42: *Zusammensetzung der Openwater-Project-Anlage* (eigene Darstellung)

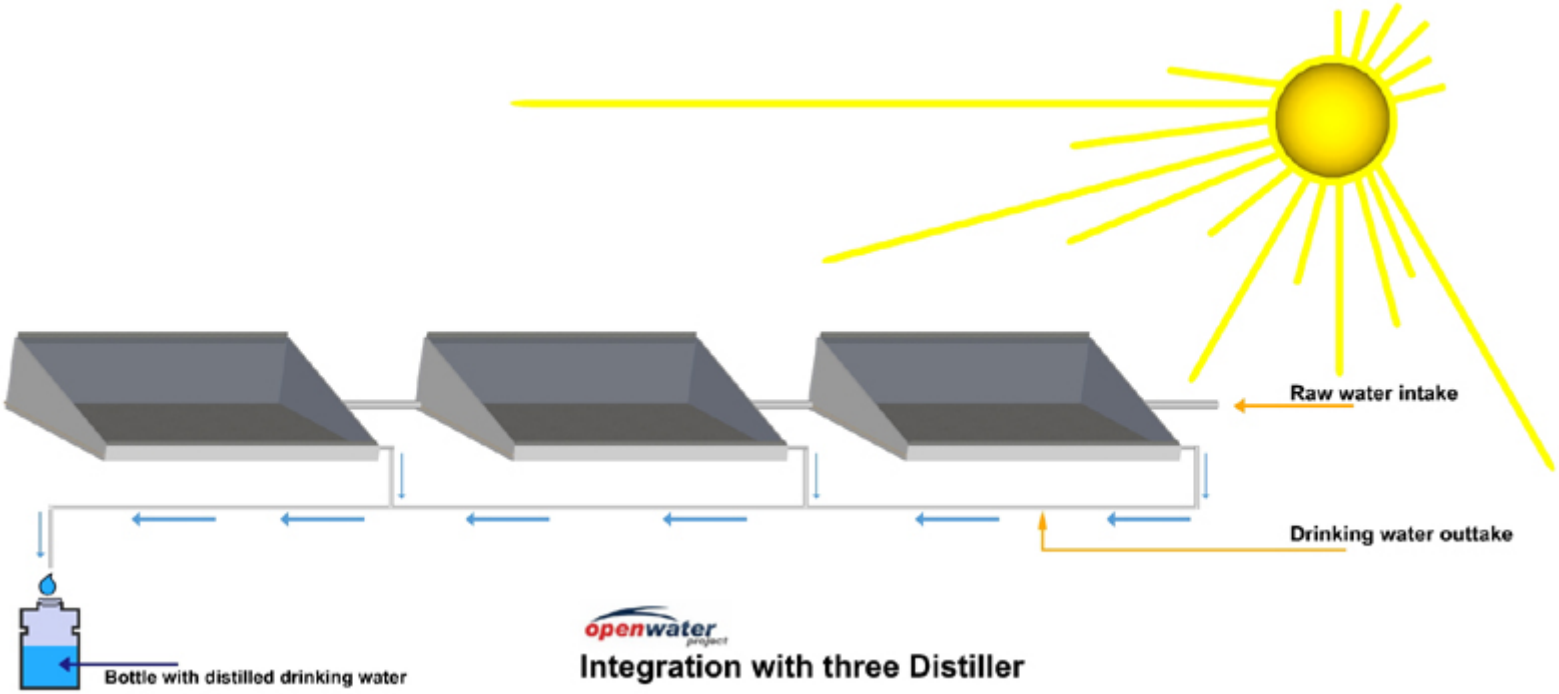

Abbildung 43: *Vernetzung der Openwater-Project-Anlage* (eigene Darstellung)

Abbildung 44: *Sturmschaden Sunwater-Factory trotz Anbringung einer Sturmhalterung* (eigene Darstellung)

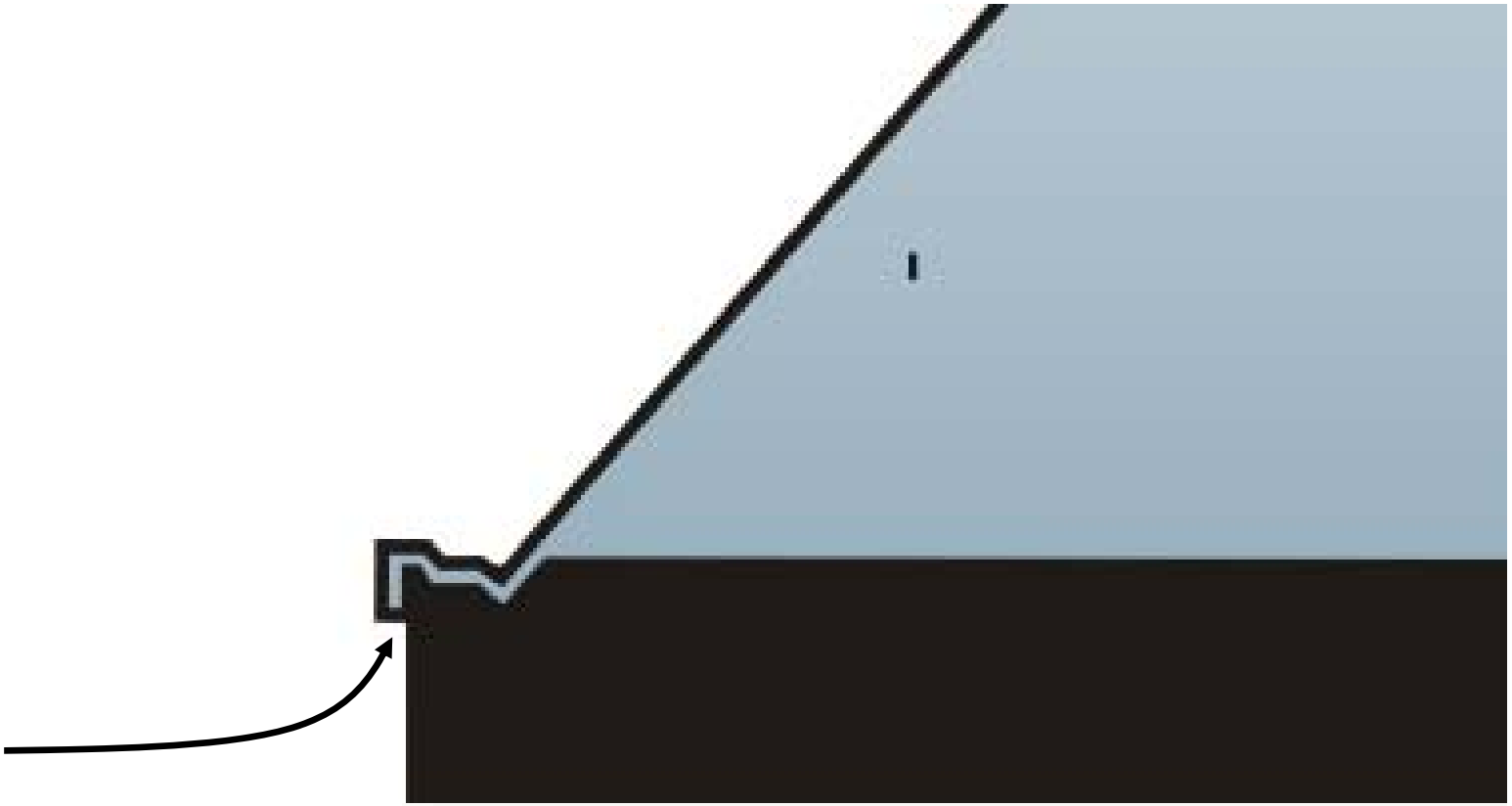

Abbildung 45: *Sturmschaden Sunwater-Factory. Durch einen ständigen Wind wurde ein Überdruck innerhalb der Anlage erzeugt, welcher dazu führte, dass die pyramidenförmige Abdeckhaube langsam angehoben und schließlich vom Wind fortgetragen wurde.* (eigene Darstellung)

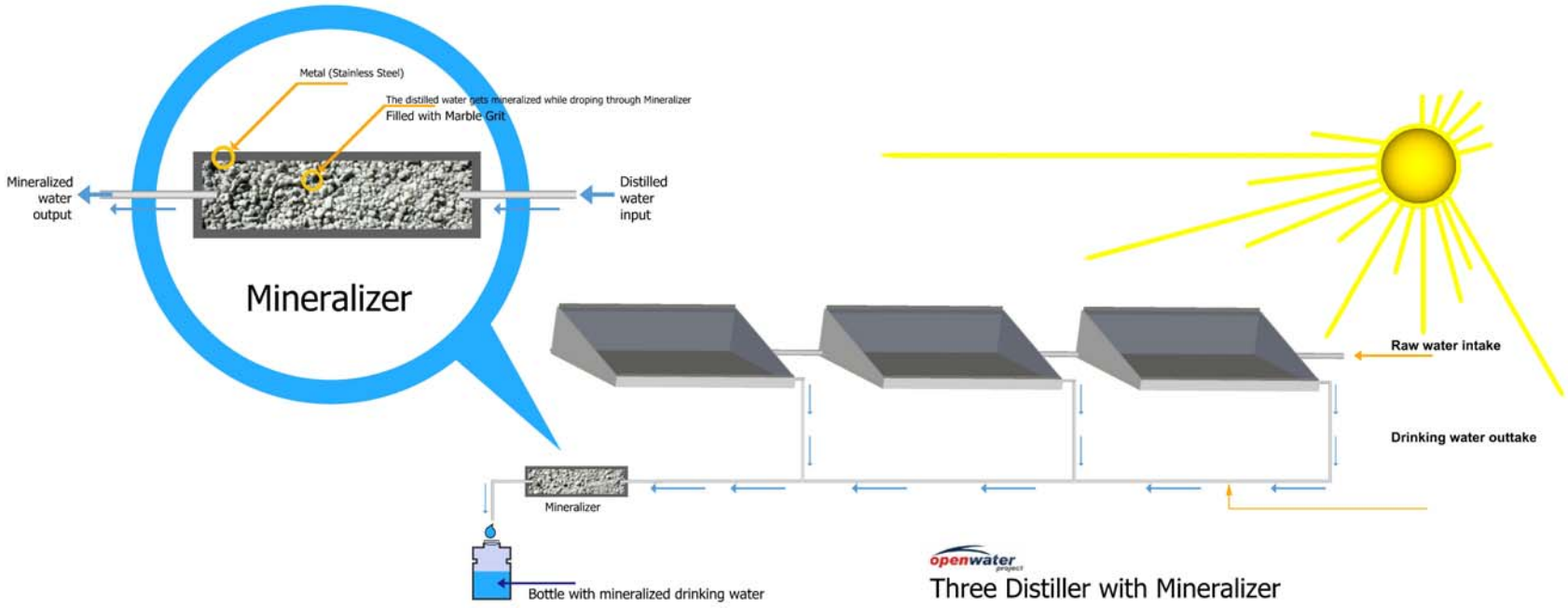

Abbildung 46: *Die Mineralisierung des gewonnenen Trinkwassers durch den Mineralizer.* (eigene Darstellung)

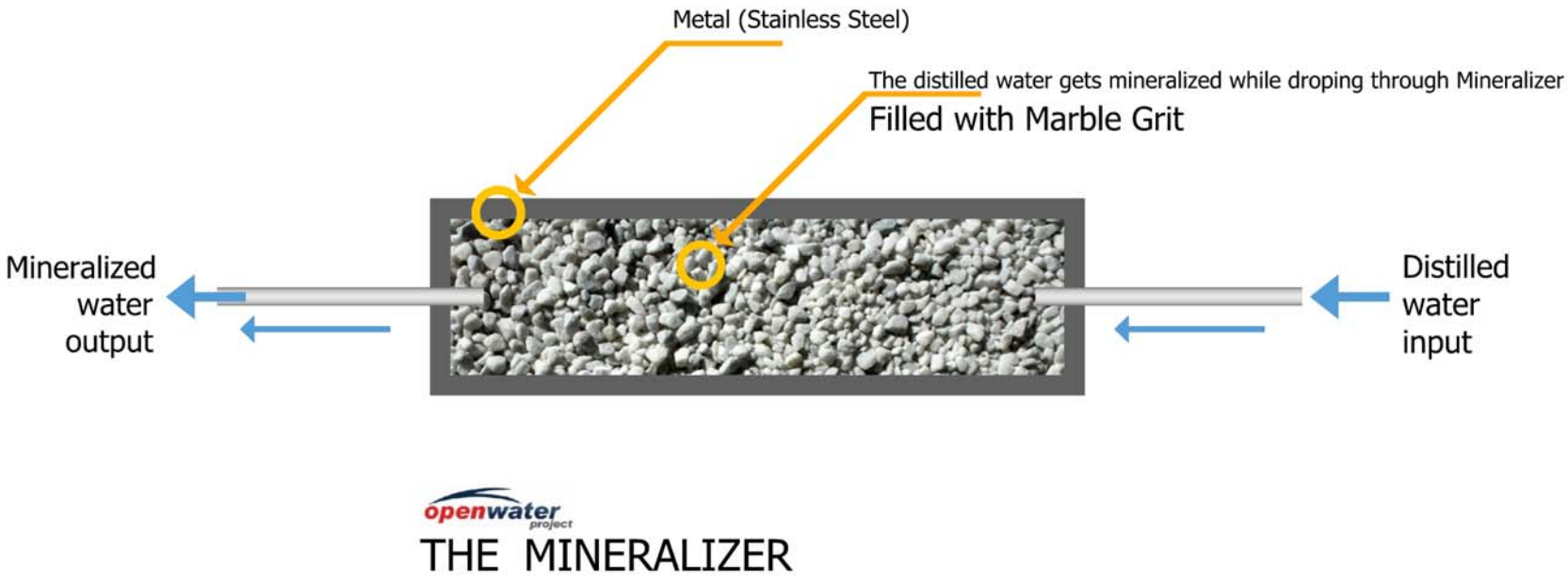

Abbildung 47: *Aufbau und Funktion des Mineralizers* (eigene Darstellung)

Abbildung 48: *Abbildung des Mineralizers* (eigene Darstellung)

Abbildung 49: *Problemsituation Guyarat (Indien): Verschmutztes Wasser, welches geeignet ist zur Wiederaufbereitung durch die Sunwater-Factory wie auch durch die Openwater-Project-Anlage* (eigene Darstellung)

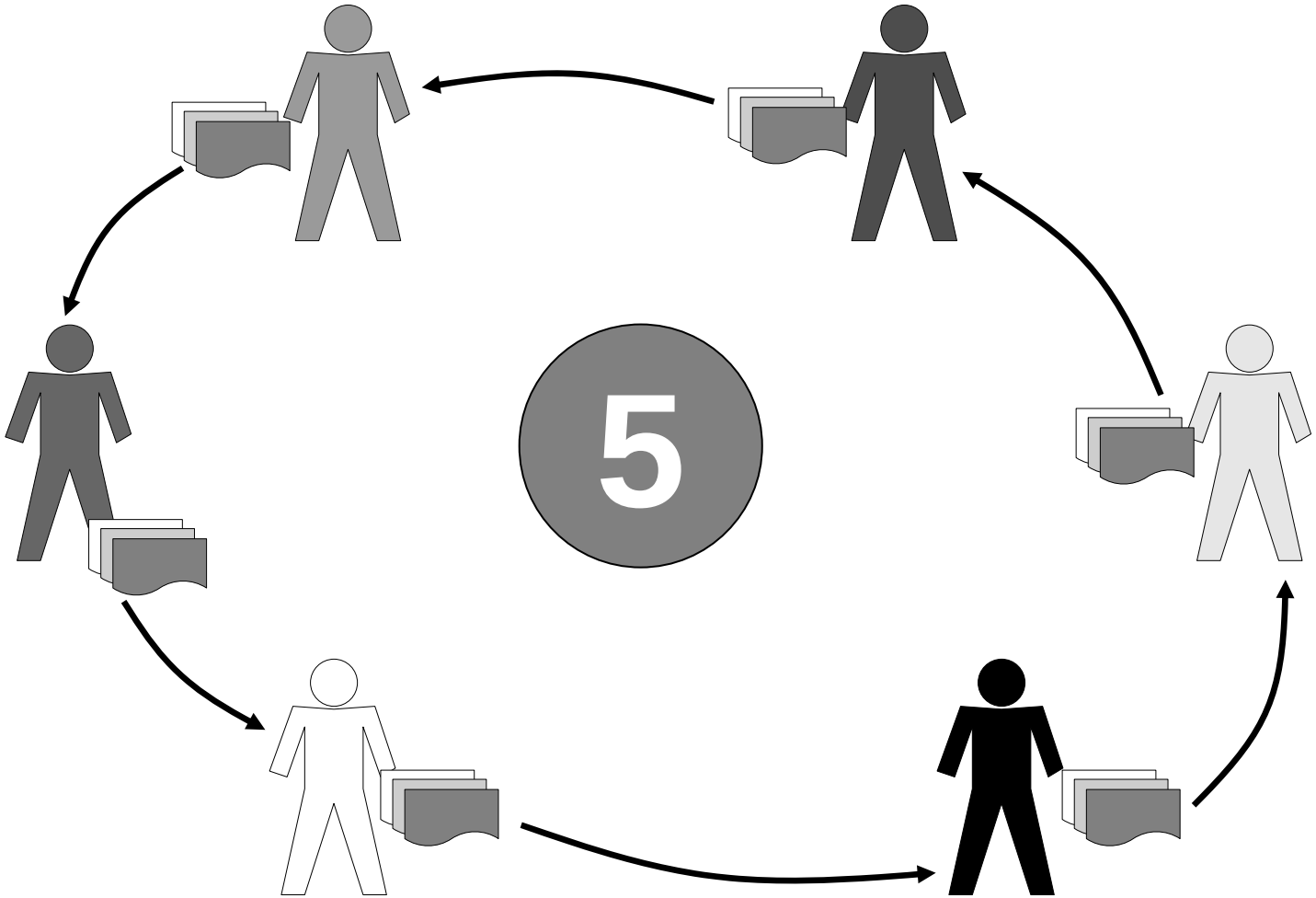

Abbildung 50: *Darstellung der Methode 635 (1)* (eigene Darstellung)

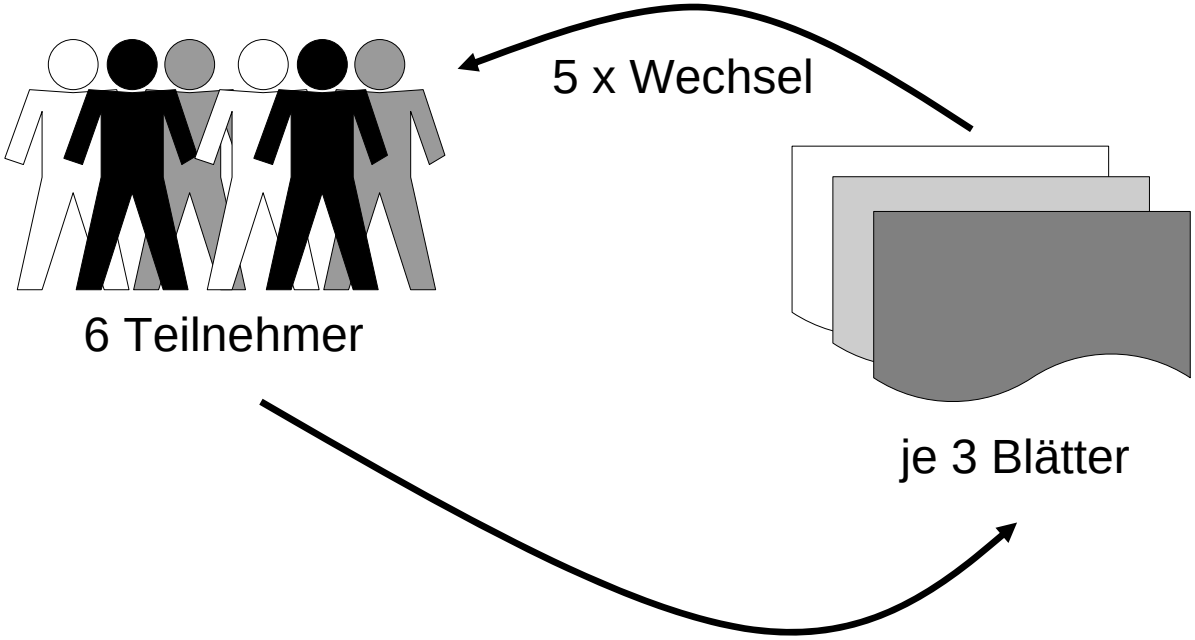

Abbildung 51: *Darstellung der Methode 635 (2)* (eigene Darstellung)

Abbildung 52: *Aufbau der Sunwater-Factory am Dach der Universität Siegen* (eigene Darstellung)

Abbildung 53: Set in den Arabischen Emiraten