

# Vorlesung Produktion

Sommersemester 2011

## Teil 4: Kapazitätsplanung, Push- und Pull-Steuerung, KANBAN, Lean Management

- niko.paech@uni-oldenburg.de
- <http://www.uni-oldenburg.de/produktion>
  - Tel. 0441/798-4264
  - A 5 – 2 – 262
- Sprechstunde: Montag, 13.30 – 15.00 Uhr
  - Anmeldung per E-mail

# Inhaltsübersicht

---

## Kapazitätsplanung

- Kopplung von Produktion und Absatz: Synchronisation und Emanzipation
- Push- versus Pull-Steuerung
- Entkopplungspunkte

## KANBAN und Lean Management

- Das KANBAN-Verfahren
- Grundlagen des Lean Managements
- Produktionsorganisatorische Voraussetzungen
- Vorteile und Probleme des Lean Managements
- Konsequenzen (auch ökologische)

# Lernziele und Literatur

---

## Lernziele

- Sie kennen die Strategien zum Abgleich von Produktion und Absatz und wissen, wann diese einzusetzen sind.
- Sie können die Push- von der Pull-Steuerung unterscheiden und wissen, was ein sog. „Entkopplungspunkt“ ist.
- Das KANBAN Prinzip ist Ihnen vertraut.
- Die Inhalte des Lean Managements sind Ihnen bekannt.

## Literatur

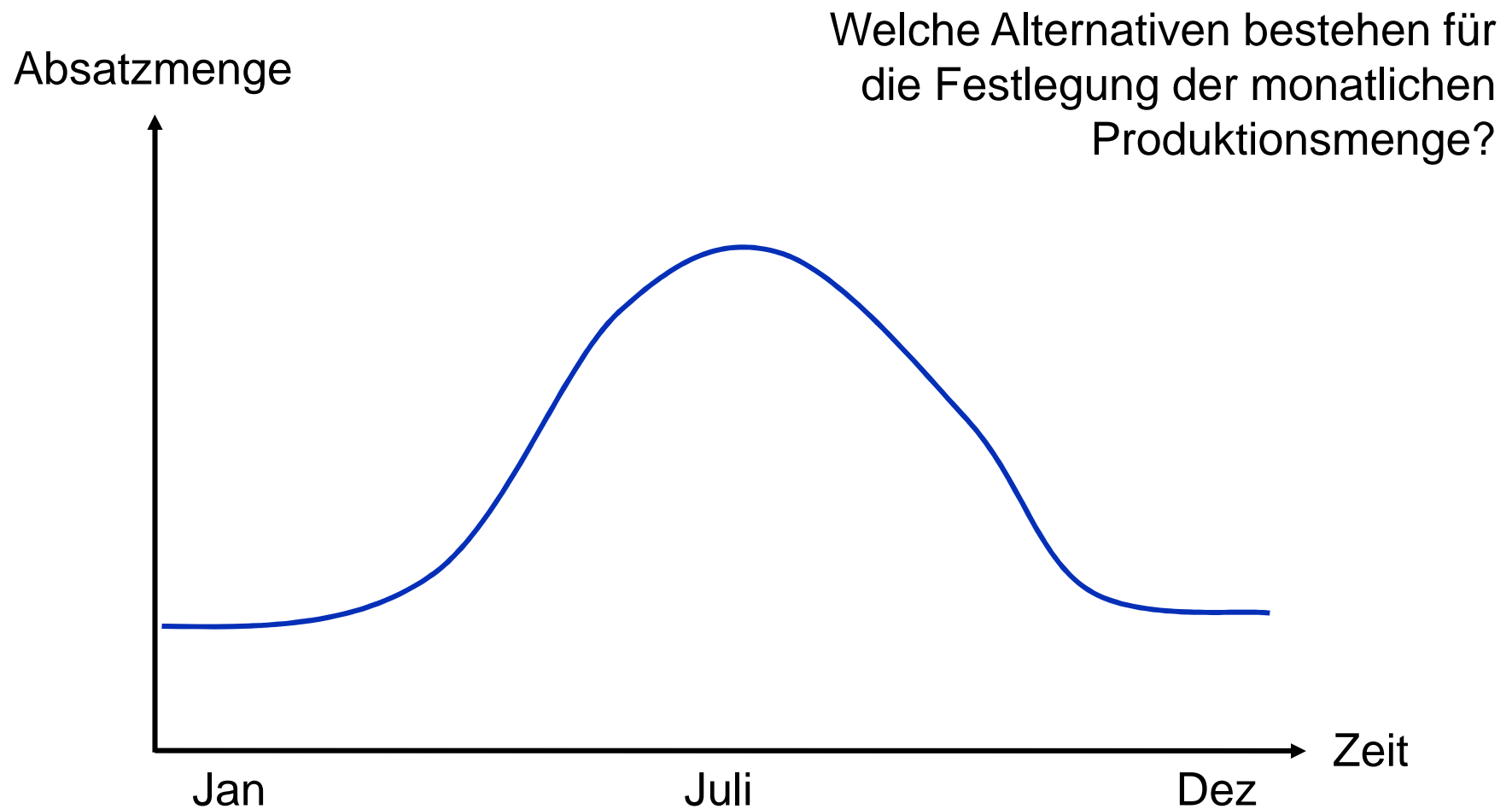
- Chase, R. B./Jacobs, F. R./Aquilano, N. J. (2004): Operations Management for Competitive Advantage, 10. Auflage, New York.
- Slack, N./Chambers, S./Johnston, R. (2004): Operations Management, 4. Auflage, Harlow.

# Abgleich von Absatz und Produktion: Grundproblem

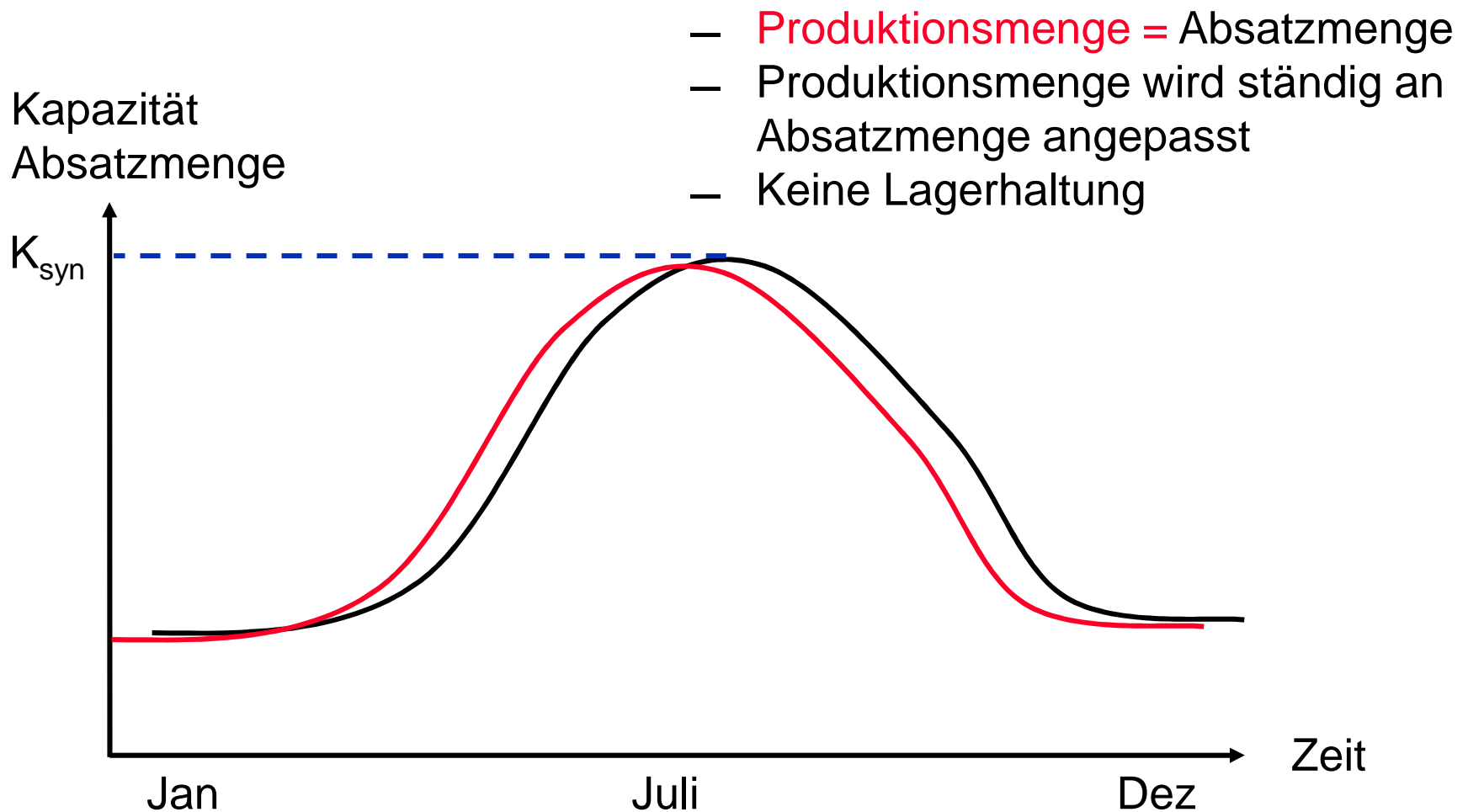
---

- Grundproblem: Manche Produkte haben im Laufe eines Jahres stark schwankende Absatzmengen.
- Es existieren zwei Basisstrategien, dieser Herausforderung zu begegnen
  - Synchronisation: Anpassung der Produktion an den Absatz
  - Emanzipation: Produktion wird unabhängig vom Absatz durchgeführt
- Mittlerweile wird – bedingt durch die zunehmende Bedeutung des Energiesektors und die Nutzung erneuerbarer Ressourcen – eine dritte Alternative diskutiert: Nachfragemanagement

# Abgleich von Absatz und Produktion: Beispiel Eiscreme

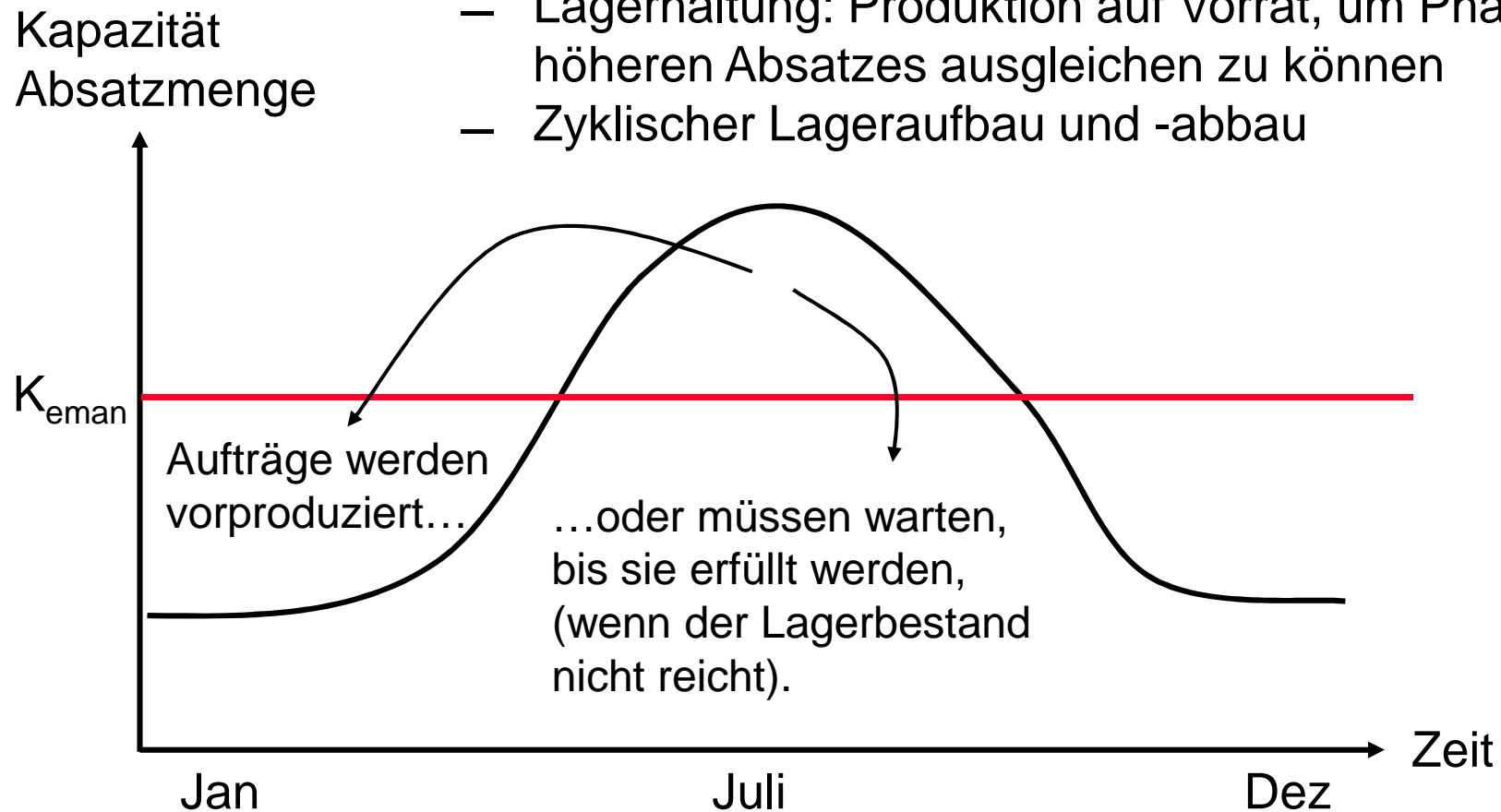


# Abgleich von Absatz und Produktion: Synchronisation

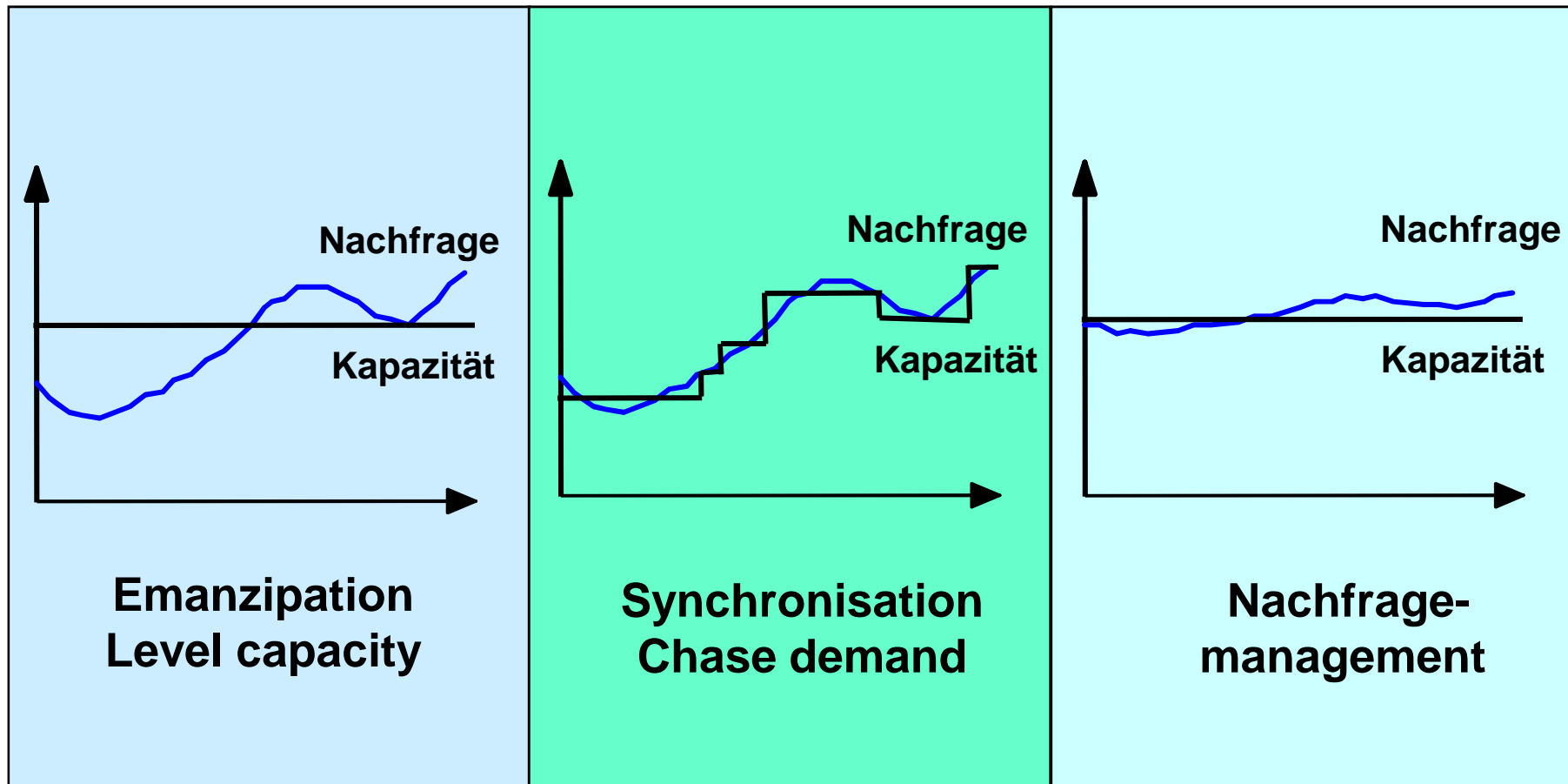


# Abgleich von Absatz und Produktion: Emanzipation

- Produktionsmenge = Kapazität
- Lagerhaltung: Produktion auf Vorrat, um Phasen höheren Absatzes ausgleichen zu können
- Zyklischer Lageraufbau und -abbau



# Emanzipation, Synchronisation und Nachfragemanagement

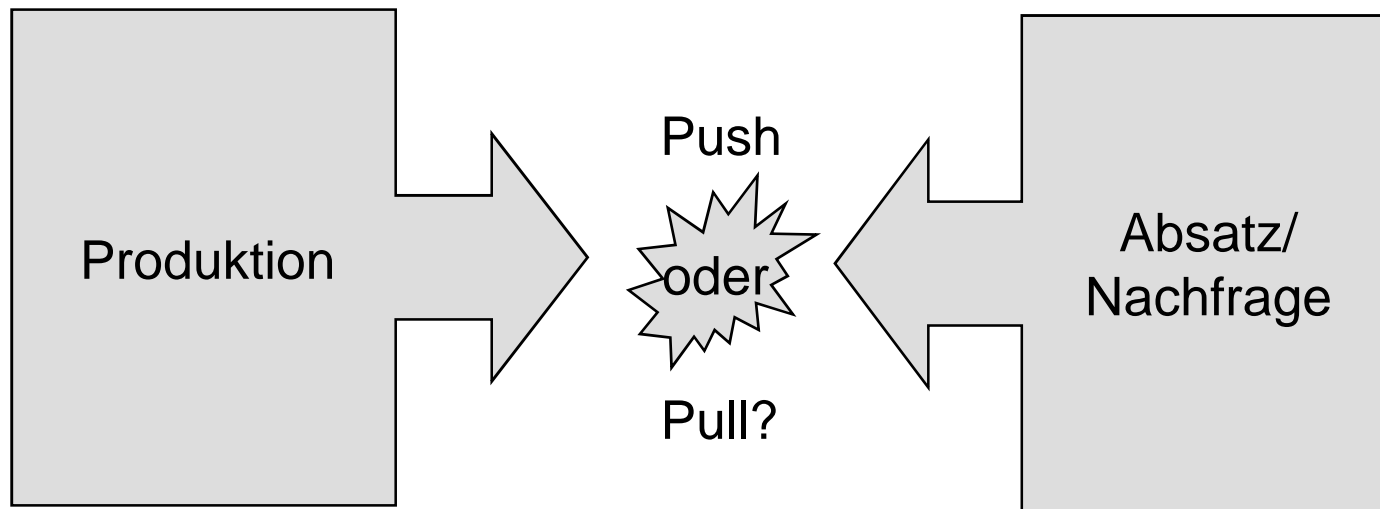




# Kostenwirkungen der beiden Basisstrategien

- Unterscheidung zweier wesentlicher Kostenkomponenten
  - Kapazitätskosten
  - Lagerhaltungskosten
- Synchronisation
  - höhere Kapazitätskosten  
( $K_{\text{syn}}$  = maximal notwendige Kapazität)
  - geringere Lagerhaltungskosten
- Emanzipation
  - geringere Kapazitätskosten  
( $K_{\text{eman}}$  = durchschnittlich notwendige Kapazität)
  - höhere Lagerhaltungskosten

# Kopplung von Produktion und Absatz: Einflussvariablen



## Einflussvariablen

- Produktionszeiten
- Mindestoptimale Losgrößen
- Lagerfähigkeit der Produkte
- Verfügbarkeit Rohstoffe

## Einflussvariablen

- Volatilität der Nachfrage
- Bereitschaft der Kunden, auf das Produkt zu warten
- Wettbewerbsintensität

# Grundprinzip der Push-Steuerung

- Abschätzung oder Sammlung der zukünftigen Absätze
- Nutzung als Planungsgrundlage für den Produktionsprozess
- Über hierarchische Planungsprozesse werden den Arbeitsstationen die Aufgaben zugewiesen („aufgedrückt“).
- Beispiele
  - Verderbliche Rohstoffe (z. B. Fisch, Gemüse)
  - Zwang zum stetigen Prozessbetrieb (Kontinuierlich zu betreibende Anlagen, z. B. Herstellung von Kunststoffen)
  - Extreme Absatzschwankungen (Feuerwerkskörper, Sekt): Vermeidung eklatanter Überkapazitäten
  - Elektrizität: Kapazität lässt sich kaum anpassen

# Grundprinzip der Pull-Steuerung

- Erst die konkrete Nachfrage löst den Produktionsvorgang aus.
- Zeitnahe Kopplung der Produktion an den jeweiligen Auftrag
- Aufträge lösen einen Impuls aus, der sich wie eine Dominokette entlang der Produktionskette von hinten nach vorn fortpflanzt.
- Beispiele
  - Dienstleistungsproduktion (z. B. Friseur, Restaurant): Dienstleistungen können nicht gelagert werden
  - Einzelanfertigung auf Basis spezieller Wünsche (z. B. Juwelier, Architekt, ...)

# Gegenüberstellung von Push- und Pull-Prinzip (1)

Vergleichsaspekte	Push - Prinzip	Pull-Prinzip
Aufbau von Lagern	Gefahr des Aufbaus von Zwischen - und Endproduktlagern durch Planungsfehler	Minimierung von Zwischen - und Endproduktlagern
Kundenorientierung	Z.T. große Verzögerungen zwischen Kundenauftrag und dessen Produktion	Sehr hoch, da unmittelbar auf Kundenaufträge reagiert wird
Qualitätsphilosophie	Qualitätsmängel gefährden Produktionssystem nicht, daher häufig nachprüfende Qualitätspolitik	Qualitätssensibel, Qualitätsmängel gefährden das gesamte Produktionssystem, daher vorsorgende Qualitätspolitik
Flexibilität des Produktionssystems	Einplanung zusätzlicher Aufträge und Reaktion auf Ausfälle/Störungen durch Plananpassung jederzeit möglich – aber nur innerhalb (enger) Grenzen	Sehr schnelle Reaktion auf Kundenanforderungen im Rahmen der ausgelegten Systemgrenzen, inflexibel, wenn Anforderungen darüber hin ausgehen

# Gegenüberstellung von Push- und Pull-Prinzip (2)

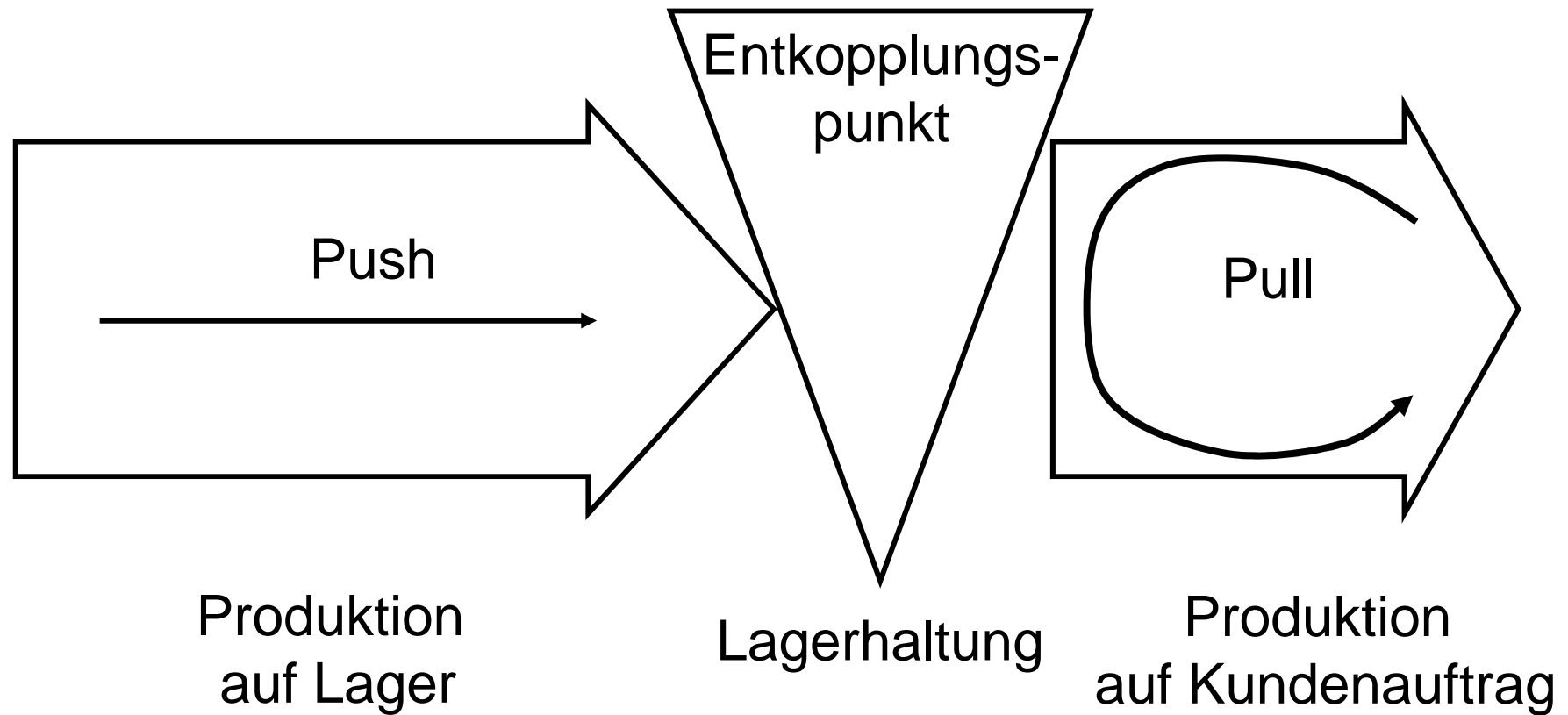
Vergleichsaspekte	Push -Prinzip	Pull -Prinzip
Umgang mit mindestoptimalen Losgrößen*	Jede Form von Losgrößen- Optimum kann im Plan verarbeitet werden	Probleme der Umsetzung bei großen mindestopimalen Losgrößen
Umgang mit saisonalen Schwankungen (z.B. landwirtschaftliche Produktion, Feuerwerk skörper , etc.)	Ohne Probleme möglich; Kapazitäts - /Bedarfsausgleich durch entsprechende Produktionsplanung	Schwer möglich oder nur unter Inkaufnahme hoher Leerkapazitäten, da Produktionssystem auf maximale Nachfragemenge ausgerichtet sein muss

\*Los = Auftrag, der als geschlossener Posten alle Fertigungsstufen durchläuft, ohne die Anlagen umrüsten zu müssen

# Entkopplungspunkt

- Problemstellung: Kurze Produktlebenszyklen; Nachfrage nach individuellen Lösungen wächst; unsichere Nachfrageprognosen
- Verbindung zweier „gegensätzlicher“ Strategien: Die Wahl des optimalen Entkopplungspunktes, d. h. des Zeitpunktes, an dem ein Produkt für den Nachfrager individualisiert wird
- Entkopplungspunkt als Schnittstelle zweier Konzepte
  - PUSH: Kundenunabhängige oder -anonyme Produktion auf Vorrat; oft in Serie gefertigte Standardkomponenten
  - PULL: Kundenauftrag oder anderes „Bedarfssignal“ (z. B. KANBAN) löst Auftragsfertigung aus
- Entkopplungspunkt entspricht in der logistischen Kette dem letzten Lager, welches Komponenten noch ohne Auftragsbezug beinhaltet.
- Rechts vom Entkopplungspunkt ist das Fertigungsmaterial mit einem Kundenauftrag verbunden (somit also bereits verkauft).

# Push-Pull-Kopplung





# Kategorisierung der Produktion auf Basis des jeweiligen Entkopplungspunktes

Fall-Nr.:		Spezifikation
1		„Make to stock I“ (end product): Standardprodukt
2		„Make to stock II“ (generic product): Varianten eines Grundproduktes
3		„Assemble to order“: Kundenindividuelle Produkte mit standardisierten Komponenten
4		„Make to order“: Produkt wird nach Kunden- wünschen produziert
5		„Resource to order“: Umfassender Kundenbezug, d .h. die gesamte Wertschöpfungskette wird nach Kundenaufträgen gesteuert

# Konsequenzen des Pull-Prinzips

- Produktionsvorgänge werden direkt oder indirekt durch Aufträge ausgelöst.
- Produktionsplanungen nur für die letzte Produktionsstufe
- Diese lösen Prozesse in vorgelagerten Stufen aus: selbststeuernde Regelkreise
- Pull-Signale werden in letzter Konsequenz direkt vom Markt ausgelöst.
- Unternehmensintern kann jede Arbeitsstation als Kunde/Auftraggeber der vorgelagerten Stationen aufgefasst werden
- In der Wertschöpfungskette lassen sich Pull-Impulse über Lieferanten hinweg fortsetzen.
- Bei konsequenter Umsetzung erfolgt nicht eine Optimierung innerhalb gegebener Systeme, sondern die Neugestaltung der Systeme und Struktur als solche.

# Voraussetzungen für die Umsetzung des Pull-Prinzips

- Notwendig ist ein möglichst kontinuierlicher Materialfluss durch die Produktionsstellen
- Produktionsdurchläufe, die dem Ideal der Fließproduktion nahe kommen, sind erforderlich
- Flexible Arbeitsstationen, die schnell auf wechselnde Abrufe von Erzeugnissen reagieren können
  - kleine Losgrößen
  - kurze Rüstzeiten, geringe Rüstkosten
- Damit sich jeder Nachfrageimpuls entlang der Prozesskette verzögerungsfrei „stromaufwärts“ bewegt, um an allen Arbeitsstationen eine Produktionsaktivität auszulösen, die genau hinreichend ist, um den Auftrag zu erfüllen, bedarf es einer entscheidenden Voraussetzung: Benötigt wird ein Informationssystem, das den Impuls analog zu einem Dominoeffekt überträgt!

# Das KANBAN-Verfahren

## Ziele und Funktionsweise (1)

- Ursprünglich 1947 in der Toyota Motor Corporation umgesetzt; sog. „KANBAN-Karte“ als Steuerungselement
- KANBAN als frühe Form einer konsequenten Pull-Steuerung:  
(1) Dezentrale Steuerung, (2) Höhere Flexibilität, (3) Verbesserung des Lieferservice und (4) Verkürzung der Reaktionszeiten
- Produktionsstationen besitzen Pufferlager (Behälter, an denen sich jeweils die KANBAN-Karte befindet), auf die nachgelagerte Stationen („Senke“) zugreifen
- Bei Unterschreiten einer kritischen Bestandsuntergrenze wird per KANBAN-Karte die Information an die zugehörige „Quelle“ übermittelt, den benötigten Nachschub zu produzieren.
- Unterschied zu herkömmlicher zentral gesteuerter Planung:  
Orientierung am Produktionsplan der letzten Fertigungsstufe als Impulsgeber für vorgelagerte Prozesse

# Das KANBAN-Verfahren

## Ziele und Funktionsweise (2)

---

- Jede Produktionsstation besitzt einen Lagerbereich am Produktionsende: n Behälter, an denen sich jeweils eine Kanban-Karte befindet
- Bei Eintreffen eines Auftrags im Fertigproduktlager erfolgt die Entnahme der dortigen Karte. Sie wird an einer Plantafel angebracht.
- Die vorgelagerte Station überprüft, ob auf der Plantafel Karten für sie vorhanden sind.
- Wenn diese Station eine Karte vorfindet und damit zur Produktion von Nachschub veranlasst wird, entnimmt sie Vorprodukte aus dem Pufferlager der ihrerseits vorangegangenen Station.
- Auch die damit korrespondierende(n) Karte(n) wird (werden) dementsprechend an der Plantafel befestigt.

# Das KANBAN-Verfahren

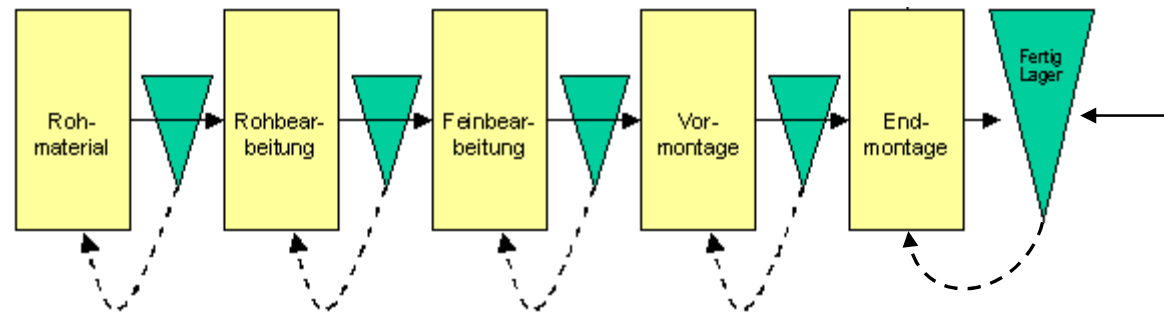
## Sammlung der KANBAN-Karten an einer Plantafel



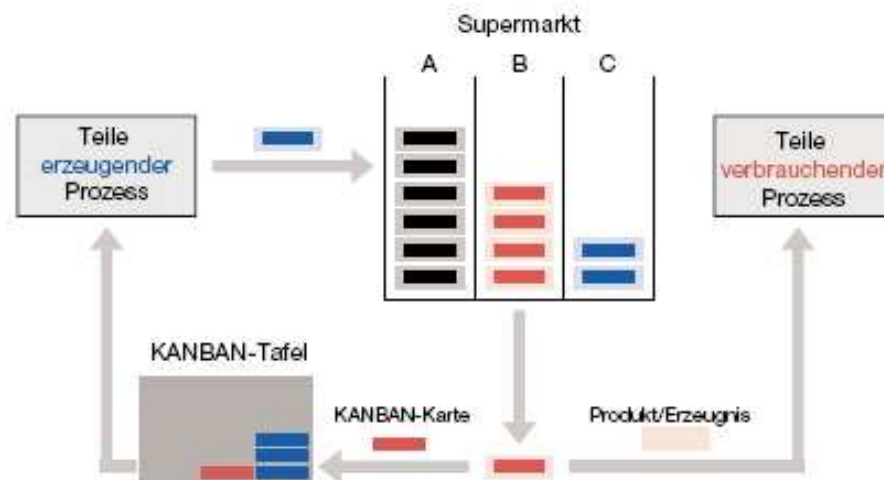
# Das KANBAN-Verfahren

## Darstellung und Beispiel

Die Gegenläufigkeit von Material- und Informationsfluss



Kundenauftrag löst „Kettenreaktion“ aus

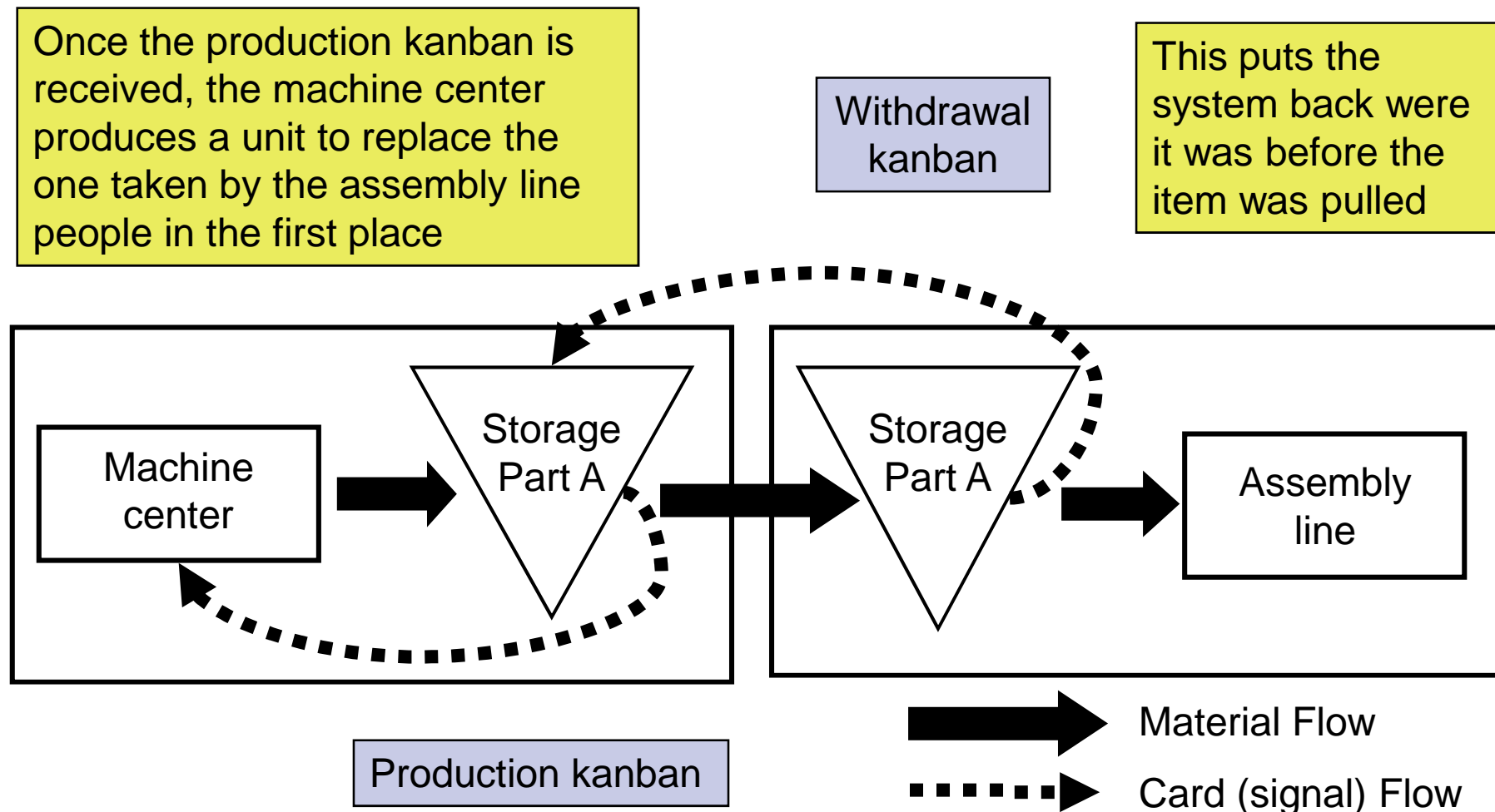


Beispiel: Supermarkt



# Das KANBAN-Verfahren

Flow of two KANBANS (Chase et al 2004, S. 431)





# Das KANBAN-Verfahren

## Steuerungsparameter

- Parameter: Zahl der Behälter (KANBAN-Karten) und deren Größe
- „Blocking“ und „Starving“ verhindern
  - „Blocking“: Anlage blockiert Materialfluss wegen Überlastung
  - „Starving“: Anlage ist nicht ausgelastet; Mangel an Aufträgen
- Feinoptimierung kann auch durch Trial-and-error-Prozess erfolgen

$$K = \frac{\text{Erwarteter Bedarf in Durchlaufzeit} + \text{Sicherheitsbestand}}{\text{Fassungsvermögen pro Materialbehälter}} = \frac{E \times W \times (1+S)}{M}$$

$K$  = Anzahl an KANBANS (Karten oder Behälter)

$E$  = durchschnittliche Anzahl benötigter Einheiten pro Periode

$W$  = durchschnittliche Wiederbeschaffungszeit benötigter Einheiten pro Periode

$S$  = Sicherheitsbestand in %

$M$  = Fassungsvermögen pro Materialbehälter in Stück

# Lean Produktion

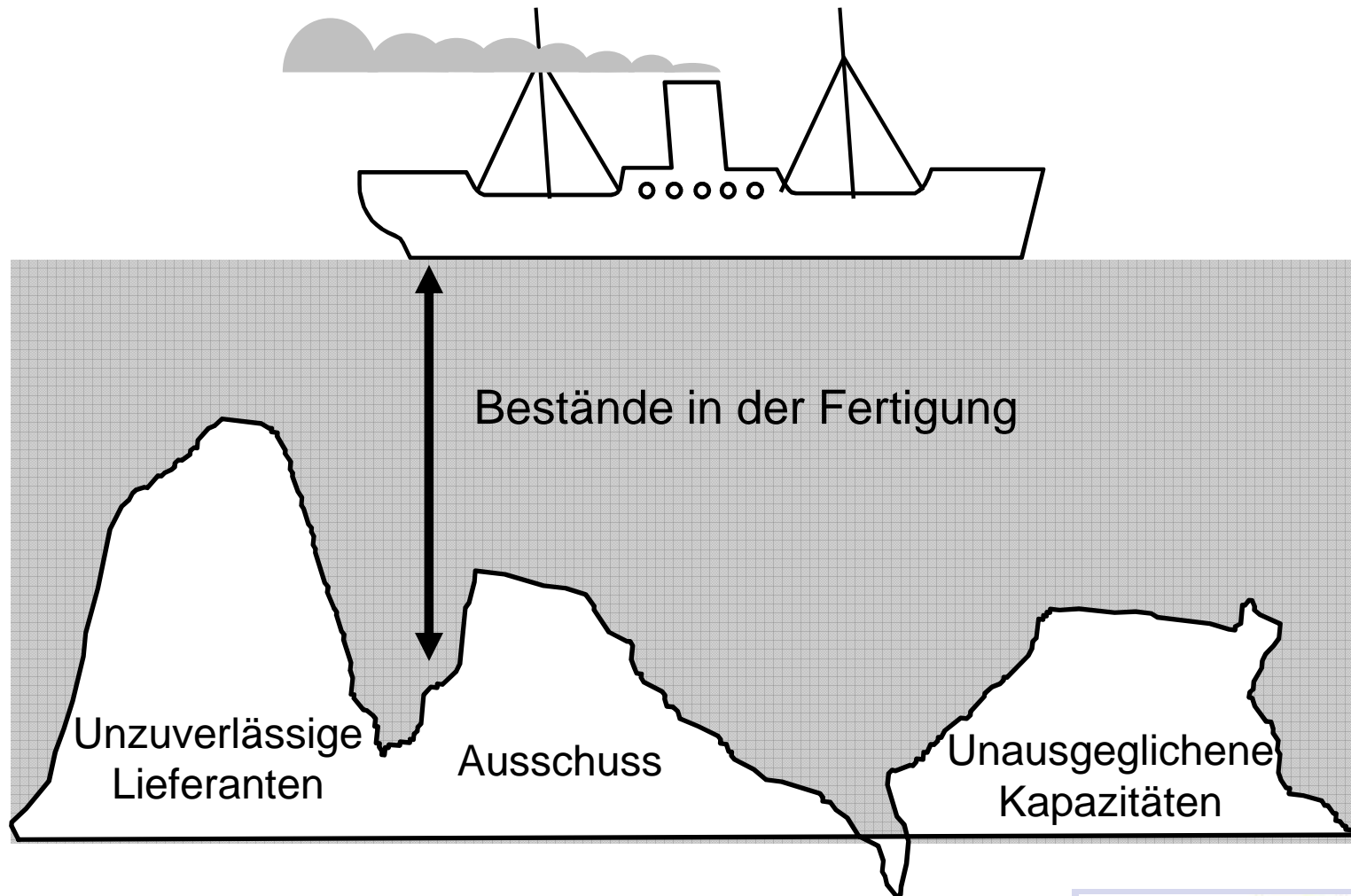
„Elimination of Waste“ (Chase et al 2004, S. 427 f. )

„Seven wastes“ („waste“ als Synonym für Ineffizienzen jeglicher Art):

1. Waste from overproduction
  2. Waste of waiting time
  3. Transportation waste
  4. Inventory waste
  5. Processing waste (unnötige Bearbeitungsprozesse)
  6. Waste of motion (Arbeitseinsatz)
  7. Waste from product defects
- 
- Pull-Philosophie weist den Weg zu neuen Managementkonzepten, die derartige „wastes“ vermeiden: Idee der „schlanken“ Produktion
  - Lean Produktion als konsequente Pull-Orientierung

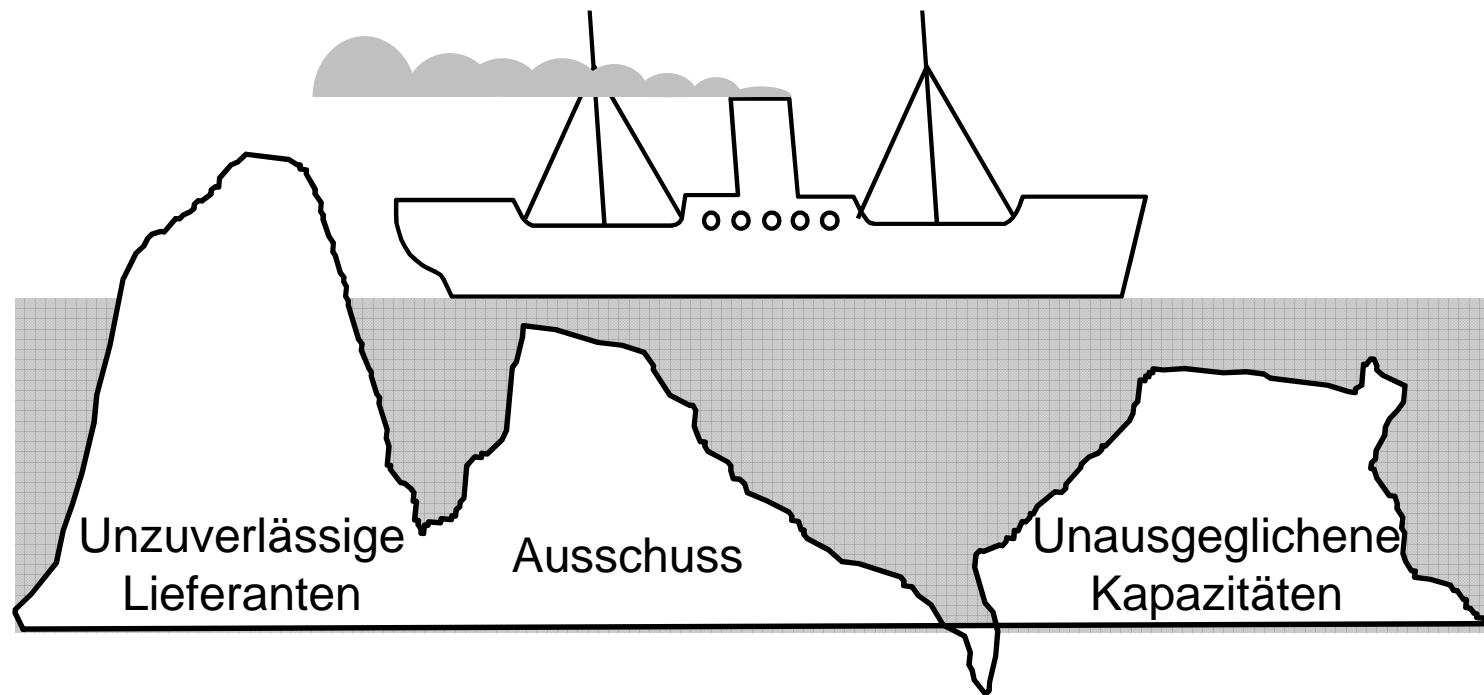
# Lean Produktion als „Management-Philosophie“

## Bestände verschleiern Probleme



# Lean Produktion als „Management-Philosophie“

## Verringerung der Bestände enthüllt Probleme



# Lean Management

## Anfänge

---

- Ausgangspunkt: Forschungsprogramm des MIT über die Zukunft der Automobilindustrie (1985-1989)
- Einflussnahme durch das einschlägige Werk: Womack, J.P./Jones, D.T./Roos, D. (1990): The Machine that changed the World – The Story of Lean Production, New York.
- Lean Production als Alternative zur Massenproduktion und der handwerklichen Fertigung in Nischenbereichen
- Konkrete Definition/Abgrenzung bleibt teilweise offen
- Womack, J.P./Jones, D.T./Roos, D. (1992): Die zweite Revolution in der Automobilindustrie. Konsequenzen aus der weltweiten Studie aus dem Massachusetts Institute of Technology, 6. Aufl., Frankfurt/New York.
- Womack, J.P./Jones, D.T. (1997): Auf dem Weg zum perfekten Unternehmen (Lean Thinking), Frankfurt/New York 1997, S. 7-31.

# Lean Management

## Ausgangsüberlegungen

- Lean Production wurde als Ursache für die Wettbewerbsüberlegenheit der japanischen Industrie identifiziert.
- Übertragbarkeit: Das Konzept lässt sich nicht als kulturelles Spezifikum einordnen, sondern kann auf andere Länder übertragen werden. Zudem ist es kein automobilspezifisches Produktionskonzept, sondern anwendbar in anderen Branchen (Produkte und Dienstleistungen).
- Kennzeichen:
  - Teamarbeit, flache Hierarchien
  - TQM, gesteigerte Kundenorientierung
  - Modular Sourcing
  - Kleine Losgrößen
  - Hohe Anforderungen an Mitarbeiter(Qualifikation)
  - Orientierung an gesamter Wertschöpfungskette

# Lean Management

## Resultate der MIT-Studie (1)

	Japanische Werke in Japan	Japanische Werke in Nordamerika	Amerikanische Werke in Nordamerika	Alle europäischen Werke
<b>Leistung</b>				
Produktivität (Std./Auto)	16,8	21,2	25,1	36,2
Qualität (Montagefehler/100 Autos)	60,0	65,0	82,3	97,0
<b>Layout</b>				
Fläche (qm/Auto/Jahr)	0,5	0,8	0,7	0,7
Größe des Reperaturbereichs (% der Montagefläche)	4,1	4,9	12,9	14,4
Lagerbestand (Tage für 8 ausgewählte Teile)	0,2	1,6	2,9	2,0

# Lean Management

## Resultate der MIT-Studie (2)

	Japanische Werke in Japan	Japanische Werke in Nordamerika	Amerikanische Werke in Nordamerika	Alle europäischen Werke
<b>Arbeitskräfte</b>				
% der Arbeitskräfte in Teams	69,3	71,3	17,3	0,6
Job Rotation (0= keine, 4=häufig)	3,0	2,7	0,9	1,9
Vorschläge/Beschäftigte	61,6	1,4	0,4	0,4
Anzahl der Lohngruppen	11,9	8,7	67,1	14,8
Ausbildung neuer Produktions-Arbeiter (Std.)	380,3	370,0	46,4	173,3
Abwesenheit (%)	5,0	4,8	11,7	12,1
<b>Automation</b>				
Schweißen (% der Arbeitsgänge)	86,2	85,0	76,2	76,6
Lackieren (% der Arbeitsgänge)	54,6	40,7	33,6	38,2
Montage (% der Arbeitsgänge)	1,7	1,1	1,2	3,1



# Konsequenzen der Lean Produktion (1)

---

- Lean Production als DER weltweite Standard für Produktionssysteme des 21. Jahrhunderts?
- Kennzeichen: Orientierung an zunehmender Tendenz zum Preiswettbewerb, Null-Fehler-Toleranz, Abbau von Lagerbeständen, kleines Sortiment standardisierter Produkte, Modularität
- Übertragung eines Maximums an Aufgaben und Verantwortung an die ausführenden Personen
- Arbeitsteams mit universeller Einsetzbarkeit (Rotation)
- Auf Beseitigung von Fehlerursachen abzielende Qualitätssicherung
- Proaktives/problemlösendes Verhalten

## Konsequenzen der Lean Produktion (2)

- Fragiles Produktionssystem: äußerst stör anfällig durch Entzug der Sicherheiten (keine Zwischenlager, Puffer, Sonderzeiten, Sonderpersonal)
- Konsequentes Pull-Prinzip: Produktion findet nur statt, wenn ein Auftrag vorliegt, ansonsten keine Produktion
- Tägliches Produktionssoll muss unbedingt erreicht werden
- Störungen müssen durch kooperative Zusammenarbeit und Abstimmung mit Vorlieferantenaufgefangen werden
- Hohe Anforderungen an die Mitarbeiter (Stresstoleranz, Flexibilität, Lernbereitschaft)
- Abhängigkeit von politischen und gesellschaftlichen Kontextvariablen: Orientierung der Arbeitnehmer, arbeitsrechtliche Bestimmungen und Strukturen, Verkehrsinfrastrukturen („Just in Time“)

# Konsequenzen der Lean Produktion (3)

---

- Die praktische Umsetzung der Lean Produktion bedeutet eine Zunahme des Güterverkehrs auf Straßen: Anreiz, Lagerhäuser auf die Straße zu verschieben; kleine Lose erhöhen das Verkehrsaufkommen
- Energiepreise (Peak Oil) und Mautgebühren als absehbare Barrieren?
- Maßnahmen zur Milderung von Lean-induzierten Umweltproblemen
  - Gebietsspediteure zur gesammelten Auslieferung
  - Rückgriff auf kombinierte Transportmedien: Bahn und Straße
  - Minimierung von Fehl- und Überschussmengen als Beitrag ökologischer Entlastung?