

## **Enterprise Architektur-Muster**

Modul "Software Engineering" (Prof. Dr. Andreas Both, Wi-Se 2024/2025) an der HTWK Leipzig

8. Januar 2025 Julian Bruder, Abdellah Filali, Luca Franke Fakultät Informatik und Medien HTWK Leipzig



#### **Motivation: Anwendungsfall E-Commerce I**



- Ziel: Backend für internationales E-Commerce-System
- MVP: Bestellungen, Bezahlung und Versand
- Zukünftig viele Nutzer und hoher Traffic erwartet
- Geringes Kapital für Infrastruktur
- Rechtliche Regularien teilweise unklar, weil international
- Hohe Sicherheitsanforderungen
- Agiles Team von acht f\u00e4higen Entwicklern
- Geldgeber wollen erste Auslieferung in zwei Wochen



## **Motivation: Anwendungsfall E-Commerce II**





Abbildung 1: Sequenzdiagram zum Aufgeben einer Bestellung



Enterprise Architektur-Muster | Klassische Enterprise-Architektur

# Klassische Enterprise-Architektur





Foo

Bar

Enterprise Architektur-Muster | Moderne Enterprise-Architektur

# **Moderne Enterprise-Architektur**





#### **Microkernel Architecture**



- Aufteilung der Anwendung in zwei Komponenten [4]
- Kern:
  - Minimale Funktionalität
  - Bietet Schnittstelle für Erweiterungen/Plugins
  - Enthält Plugin-Registry
- Module:
  - Erweitern Kern um Funktionalitäten
  - Kommunikation über definierte Schnittstellen
  - Lose gekoppelt, unabhängig und isoliert voneinander
  - Verbindung über verschiedene Wege möglich (REST, Messaging, Objekt Instanziierung, ...)



#### Enterprise Architektur-Muster | Moderne Enterprise-Architektur



#### Microkernel Architecture: Struktur



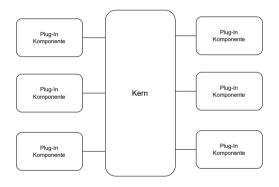


Abbildung 2: Aufbau einer Microkernel Architecture



#### Microkernel Architecture: Beispiel E-Commerce I

- Kern: Großteil der Funktionalität
- Module: Auslagerung von Business-Logik zum Bezahlen und Versenden
- Einfache Erweiterbarkeit durch neue Dienstleister
- Komplexer Kern, hohe Kopplung der übrigen Funktionalitäten
- Als einziges Architekturmuster eher nicht geeignet, jedoch in Kombination mit anderen sinnvoll



#### Microkernel Architecture: Beispiel E-Commerce II



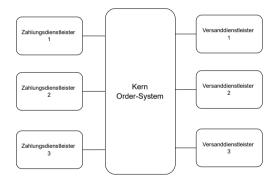


Abbildung 3: E-Commerce-Beispiel mit Microkernel Architecture



## Microkernel Architecture: Agilität



- Lose Kopplung der Module ⇒ schnelle Reaktionsfähigkeit auf Änderungen
- Module können einfach ausgetauscht werden  $\Rightarrow$  geringe Downtime
- Einfach testbar, da Module unabhängig und isoliert voneinander
- Kurze Iterationen und Auslieferungszeiten bei Erweiterung der Anwendung
- Aber: Hoher initialer Aufwand durch teuren Kern, eher hohe Time-to-Market
- Aber: Hoher Aufwand, wenn Kern später Anpassungen benötigt
- Fazit: In ausgewählten Anwendungsfällen sinnvoll, aber nicht universell in agilen Umgebungen einsetzbar





#### **Event-Driven Architecture**



- Bisher: Expliziter Aufruf von Funktionalitäten
- Jetzt: Impliziter Aufruf durch Reaktion auf Ereignisse [2]
- System reagiert asynchron auf Zustandsänderung (Ereignis in System)
- Alte Idee: David Garlan und Mary Shaw, 1994, An Introduction to Software Architecture



#### **Event-Driven Architecture: Komponenten**



- Event: Kapselt Information einer Zustandsänderung eines Systems [3]
- Produzent: Erzeugt Event
- Publisher: Publiziert erzeugtes Event
- Konsument: Reagiert auf Event
- Mediator: Vermittler zwischen Produzenten und Konsumenten
- Event-Broker: Infrastruktur für Gesamtheit der Vermittler





#### **Event-Driven Architecture: Struktur**



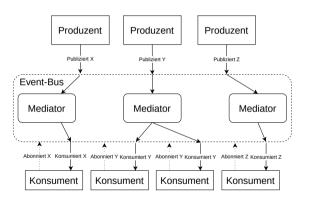


Abbildung 4: Vertrag zwischen Produzenten und Konsumenten am Event-Bus



## **Event-Driven Architecture: Beispiel E-Commerce I**



- OrderCreated: Genau dann, wenn Bestellung aufgegeben wird
- PaymentProcessed: Genau dann, wenn Bezahlvorgang abgeschlossen wird
- ShipmentInitiated: Genau dann, wenn Bestellung versandt wird
- $\ \, \mathsf{Event}\text{-}\mathsf{Kette}\text{:}\ \mathsf{OrderCreated} \to \mathsf{PaymentProcessed} \to \mathsf{ShipmentInitiated}$
- Implementierung in Diensten: OrderService, PaymentService, ShipmentService





## **Event-Driven Architecture: Beispiel E-Commerce II**

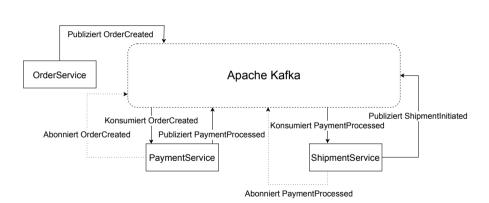


Abbildung 5: E-Commerce-Beispiel mit Event-Driven Architecture





#### **Event-Driven Architecture: Agilität**



- Event ist Vertrag zwischen Produzent und Konsument am Event-Broker
   ⇒ Hohe Kohäsion ⇒ Lose Kopplung
- Feature: Menge von Events, deren Produzenten und Konsumenten
   ⇒ Klare Abgrenzung ⇒ einfach definierbare Iterationen
- Events sind sehr realitätsnah domain-driven
- Sehr hohe Flexibilität & maximale Skalierung durch lose Kopplung
- Schnelle Auslieferung, kurze Intervalle
- Exzellente Kombination mit Microservices & Cloud-Integration
- Aber: Erhöhte Komplexität  $\Rightarrow$  Hohe Anforderungen an Entwickler





#### **Cloud-Native Architecture**

- Bisher: Vorab-Allokation von Ressourcen
- Jetzt: Allokation genau dann, wenn notwendig
- Cloud-Native: Explizit f
  ür die Cloud entwickelte Applikationen [1]
- Annahme: Infrastruktur ist in ständigem Wandel
- Folgerung: Infrastruktur auslagern an Cloud-Vendor
  - Globale Nutzung durch Geo-Redundanz: Starke Verteilung und hohe Verfügbarkeit
  - Auto-Scaling: Dynamische Skalierung basierend auf Nachfrage
  - Pay-as-you-go, Scale-to-zero: Nur verwendete Ressource wird bezahlt
  - Zero Downtime





## **Cloud-Native Architecture: Technologie**



- Containerisierung: Jede Komponente eines Systems ist Container
- Dynamische Orchestrierung: Aktives Container-Management zur Ressourcenoptimierung
- Microservice-Architektur ist Fundament ergänzt durch Cloud-Dienste
- Fully Managed Cloud-Services: Business-Logik statt Infrastruktur





## **Cloud-Native Architecture: Beispiel E-Commerce**



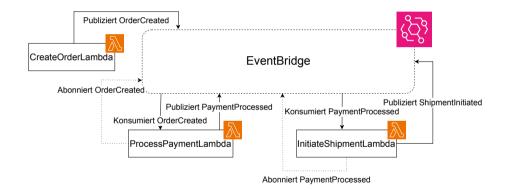


Abbildung 6: E-Commerce-Beispiel mit Cloud-Native Architecture in AWS





## **Cloud-Native Architecture: Agilität**



- Alle agilen Vorteile von Microservice- und Event-Driven Architecture
- Fokus auf Business-Logik & einfaches Deployment  $\Rightarrow$  Kurze Iterationen
- Maximale Flexibilität für Nachfrage durch Auto-Scaling
- Finanzielle Agilität: Pay-as-you-go
- Aber: Kostenrisiken durch Auto-Scaling und Pay-as-you-go
- Achtung: Vendor-Lock-In durch proprietäre Fully Managed Cloud-Services





## Zusammenfassung

Bar





#### Literatur I

- [1] Dennis Gannon, Roger Barga und Neel Sundaresan. "Cloud-Native Applications". In: *IEEE Cloud Computing* 4.5 (2017), S. 16–21. DOI: 10.1109/MCC.2017.4250939.
- [2] David Garlan und Mary Shaw. An Introduction to Software Architecture.

  Techn. Ber. CMU/SEI-94-TR-021. Accessed: 2025-Jan-2. Jan. 1994. URL: https://insights.sei.cmu.edu/library/an-introduction-to-software-architecture/.
- [3] Ramakrishna Manchana. "Event-Driven Architecture: Building Responsive and Scalable Systems for Modern Industries". In: *International Journal of Science and Research (IJSR)* 10 (Jan. 2021), S. 1706–1716. DOI: 10.21275/SR24820051042.
- [4] Mark Richards. Software Architecture Patterns. O'Reilly Media, Inc., 2015,