embarc Software Consulting GmbH
SIGS DATACOM FACHINFORMATIONEN FÜR IT-PROFESSIONALS

architektur SPICKER

Übersichten für die konzeptionelle Seite der Softwareentwicklung

MEHR WISSEN IN KOMPAKTER FORM:
Weitere Architektur-Spicker gibt es als kostenfreies PDF unter www.architektur-spicker.de

NR. 11

Container-Anwendungen entwickeln

Der Einsatz von Containern verspricht die immer größer werdende Komplexität der Anwendungslandschaft besser zu beherrschen. Dieser Spicker erklärt, wie Sie und Ihr Team Applikationen in Containern bauen und was Sie beachten müssen, um diese zu betreiben.

IN DIESER AUSGABE

- Kleine Stilkunde für Anwendungen in Containern
- Images bauen und Container betreiben
- Kubernetes (k8s) und Co.
- Migrationshilfe für bestehende Anwendungen

Worum geht's?

- Sie wollen Anwendungen in Containern betreiben. Welche Vorteile bringen diese bei welchen Architekturstil mit?
- Alte Anwendungen verharren noch in monolithischen Deployments oder schwergewichtigen Applikationsservern. Wie kriegen Sie diese schmerzarm in die „schöne neue Welt"?
- Um den richtigen Containereinsatz wird schon lange viel diskutiert. Wie setzen Sie Container heute richtig ein?
- Der Markt stellt soviele Orchestrierungslösungen bereit. Welche passt auf Ihre Situation am besten?

Anwendungsentwurf, Container und Orchestrierung

Die Zusammenhänge. Fragen und Antworten

Anwendungen in Containern sind ohne Hilfsmittel schwierig zu betreiben.
Wie hängen die zentralen Begriffe zusammen?
Was motiviert den Einsatz von Docker, Kubernetes und Co.?

1. Warum zerlegen wir Anwendungen?

Die Zerlegung einer komplexen Anwendung macht sie wartbar und beherrschbar.

Ohne Zerlegung ließe sich z. B. nicht mit mehreren Teams gleichzeitig daran arbeiten.

Die Zerlegung kann zu mehreren Prozessen und einer verteilten Anwendung führen (Alternative: Modulith).

2. Was haben Microservices damit zu tun?

Microservices sind ein Architekturstil, also eine grundlegende Art Anwendungen zu bauen.

Die einzelne Anwendung besteht dabei aus relativ kleinen, lose gekoppelten Services.

Jeder Microservice ist ein Prozess und unabhängig installierbar.

→ Zu Architekturstilen siehe Seite 2
→ Zu Microservices siehe Spicker #3

3. Warum sollten wir Anwendungen in verschiedenen Prozessen laufen lassen?

So lassen sich Anwendungsteile gezielter skalieren.

Es erhöht die technologische Freiheit; Teile können unterschiedlich gebaut sein (z. B. Programmiersprachen).

4. Und was sind Container?

Container sind vergleichbar mit VMs, aber kleiner.

Auf einem Betriebssystem können viele Container parallel laufen.

Container beinhalten jeweils nur eine Anwendung und alles, was es dazu braucht.

Container teilen sich die Ressourcen und sind gleichzeitig voneinander isoliert.

Docker ist die am Markt verbreitetste Container-Technologie.

→ Mehr zu Containern ab Seite 3

5. Wie helfen Container bei verteilten Anwendungen?

Container können Anwendungsteile effizient isolieren.

Sie bieten ein einheitliches Deployment-Format (Images) für unterschiedliche Technologien.

6. Wie kommen Orchestrierungslösungen ins Spiel?

Mit Orchestrierungslösungen lassen sich Anwendungen einfacher definieren, strukturieren und konfigurieren.

Ein Betrieb auf mehreren Rechnerknoten erhöht die Verfügbarkeit und eröffnet eine bessere Lastverteilung.

Sie überwachen den Zustand der Anwendung und heilen bei Bedarf.

Kubernetes ist die am Markt verbreitetste Orchestrierungslösung.

→ Mehr zu Kubernetes ab Seite 4

Anwendungsentwurf

Kleine Architekturstilkunde für containerisierte Anwendungen

Ein Architekturstil drückt ein grundlegendes Organisationsschema für Softwaresysteme aus. Hier finden Sie vier prominente Vertreter in der Softwarearchitektur inklusive des typischen Ansatzes mit Containern.

Slogan des Stiles, Leistungsversprechen | synonyme oder nah verwandte Stile, „auch“ | strukturierendes Element („Bauteil“) | Beispiel-anwendung(en) für den Stil, Architektur-Ikonen | Umsetzung mit Containern und mögliche Vorteile dabei

Modulith

„Strukturiert gebaut, in einem Stück geliefert.“	
(Deployment-)Monolith, als Anti-Pattern: Big Ball of Mud (wenn unstrukturiert)	
Klare Strukturierung der Anwendung in Module, geplante Abhängigkeiten, einzelne Deployment-Einheit.	
Modul (auch: Komponente, Subsystem)	
Atlassian Confluence	
Container-Ansatz: Ein Image als Deployment-Format für die komplette Anwendung. ⊕ Einheitliches Format für Auslieferung ⊕ ggf. Vereinheitlichung im Entwicklungsprozess/ Betrieb	

Mehrschichtarchitektur

„Leicht zu portieren durch Abstraktion.“	
N-Tier, Client-Server	
Gliederung der Anwendung in technische und/oder logische Schichten. Zugriff jeweils nur auf die nächste (tiefere) Schicht.	
Schicht (im Englischen: Layer, Tier)	
SAP R/3, WordPress	
Container-Ansatz: Einzelne Schichten in separate Container (z. B. komplette Geschäftslogik) ⊕ Einheitliches Format für Auslieferung ⊕ ggf. Vereinheitlichung im Entwicklungsprozess/ Betrieb ⊕ Bei geeigneter Implementierung (grob) skalierbar und aktualisierbar	

Microservices

„Flexibilität durch kleine, unabhängige Teile“	
Self-contained Systems (SCS)	
Anwendung besteht aus einzeln deploybaren, sehr lose gekoppelten Services. Typisch: technologische Vielfalt	
Service (auch: Vertikale, SCS)	
Netflix, Xing (für SCS)	
Container-Ansatz: Services jeweils als Container. ⊕ Bei geeigneter Implementierung fein skalierbar und aktualisierbar	

Serverless

„Der erste wahre Cloud-Native-Stil“	
Function as a Services (FaaS)	
Geschäftslogik deployt als kleine, zustandslose Funktionen. Ressourcen-Verbrauch nur bei Aufruf/Ausführung.	
Funktion	
Alexa Skills	
Verschiedene Container-Lösungen für Serverless z.B. in Kubernetes verfügbar. Container werden davon weg-abstrahiert. ⊖ Wirken On-Premises schwergewichtig und gefährden teilweise Serverless-Vorteile. ⊕ Lastspitzen mit Containern auffangen	

Checkliste für den Anwendungsentwurf mit Containern

Beim Bau von Anwendungen in Containern haben sich Good Practices herauskristallisiert, um sie beispielsweise leicht betreiben, gezielt skalieren und umprovisionieren zu können. Und damit sie wenig Angriffsfläche bieten.

Gezielt skalieren

- ☑ Nur ein Anwendungsprozess pro Container
- ☑ Zustandslose Anwendungen bevorzugen
- ☑ Container robust runterfahren können

Leicht betreiben

- ☑ Log-Nachrichten auf stdout ausgeben
- ☑ Anwendungsüberwachung einsetzen
- ☑ Container robust runterfahren können

Sicherheit im Auge behalten

- ☑ Ausführung als root vermeiden
- ☑ Privilegierte Container vermeiden
- ☑ Anforderungen bzgl. Security von Anfang an mitdenken

→ Siehe auch Cloud-Prinzipien in Spicker #5 „Cloud-Anwendungen“ (u.a. 12-Factor-App).

Container und Images

Die wichtigsten Begriffe rund um Container

Kleines Container-Wörterbuch

Container Image: Paketierungsmöglichkeit für die Laufzeitumgebung einer Anwendung und aller von ihr benötigten Bibliotheken und Dateien. Es besteht aus mehreren Layern.

Container: Instanz eines Container Images, die isoliert betrieben werden kann

Layer: unveränderliche Schicht eines Images, die wiederum auf anderen Layer aufbaut. Jede Schicht enthält Befehle oder Dateien.

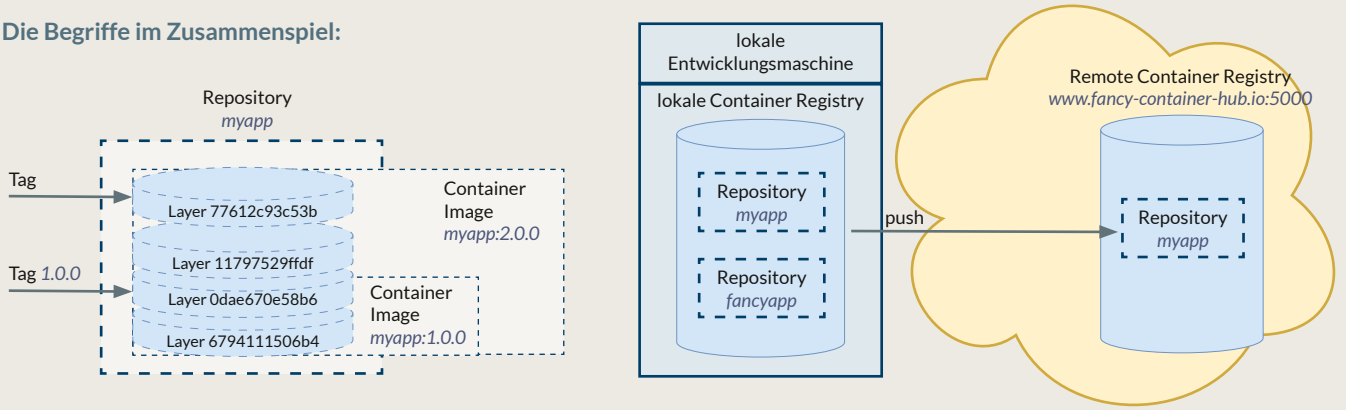
Repository: Speicherort für Images

Tags: Eine benannte Referenz auf ein bestimmtes Layer

Registry: Speicherort für Repositories, auf die auch andere zugreifen können

Namenschema für Container Images: ‚Registry: Port/Repository:Tag', wobei nur der ‚Repository'-Teil verpflichtend ist. Für die anderen Bestandteile greifen dann Default-Werte.

Die Begriffe im Zusammenspiel:



Wie baue ich heute Images?

Mit der Zeit sind verschiedene Werkzeuge zum Image-Bau. entstanden. Hier die verbreitetsten im Überblick:

2013 – Docker Plain (Old School)
Container Runtime und Bauen in Einem

2017 – Multistage-Build (Slim Old School)
Nutzt Docker mit mehren Build-Schritten
➡ Kommen schlankere Images raus

2019 – Buildkit (Old school Booster)
Neuer Image-Bau für Docker, Benutzung aus Docker heraus
➡ Baut Images scheller

2018 – Podman (Neuer Wein in alten Schläuchen)
root-less und daemonless Alternative zu Docker, baut auf Buildah, verwendbar wie Docker
➡ Aufgrund der Architektur erhöht es die Sicherheit

2018 – Buildah (Shell Comeback)
baut Images mit Hilfe von Shell-Skripten (statt Dockerfile)
➡ Volle Ausdrucksstärke der Shell nutzen

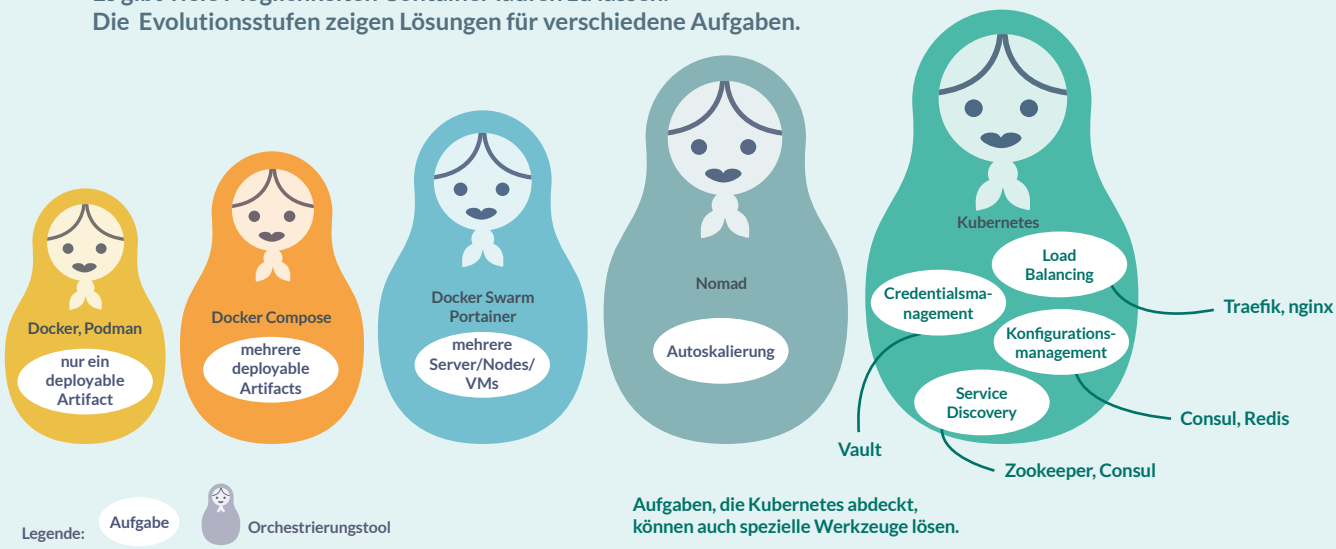
2018 – Buildpacks/Paketo (New Kids on the block)
Vereinheitlicht den Container-Bau für konkrete Plattformen (z. B. Spring, Node.js ...)
➡ Erfahrungs-wissen nutzen

Good Practices für den Image-Build

- ☑ Vulnerability-Scans der Container Images
- ☑ Eigene Container Registry benutzen
- ☑ Tags beim Releasen nur einmal verwenden
- ☑ unnötige Tools aus dem Image entfernen
- ☑ nur eine Services pro Image verpacken
- ☑ kleine Images bauen
- ☑ Build-Cache optimieren

Evolutionsstufen für Container-Orchestrierung

Es gibt viele Möglichkeiten Container laufen zu lassen.
Die Evolutionsstufen zeigen Lösungen für verschiedene Aufgaben.



Aufgaben, die Kubernetes abdeckt, können auch spezielle Werkzeuge lösen.

Orchestrierung mit Kubernetes

Kubernetes im Überblick

Kubernetes (kurz K8s) ist ein Open-Source-System zur Automatisierung der Verteilung

Einige Fakten

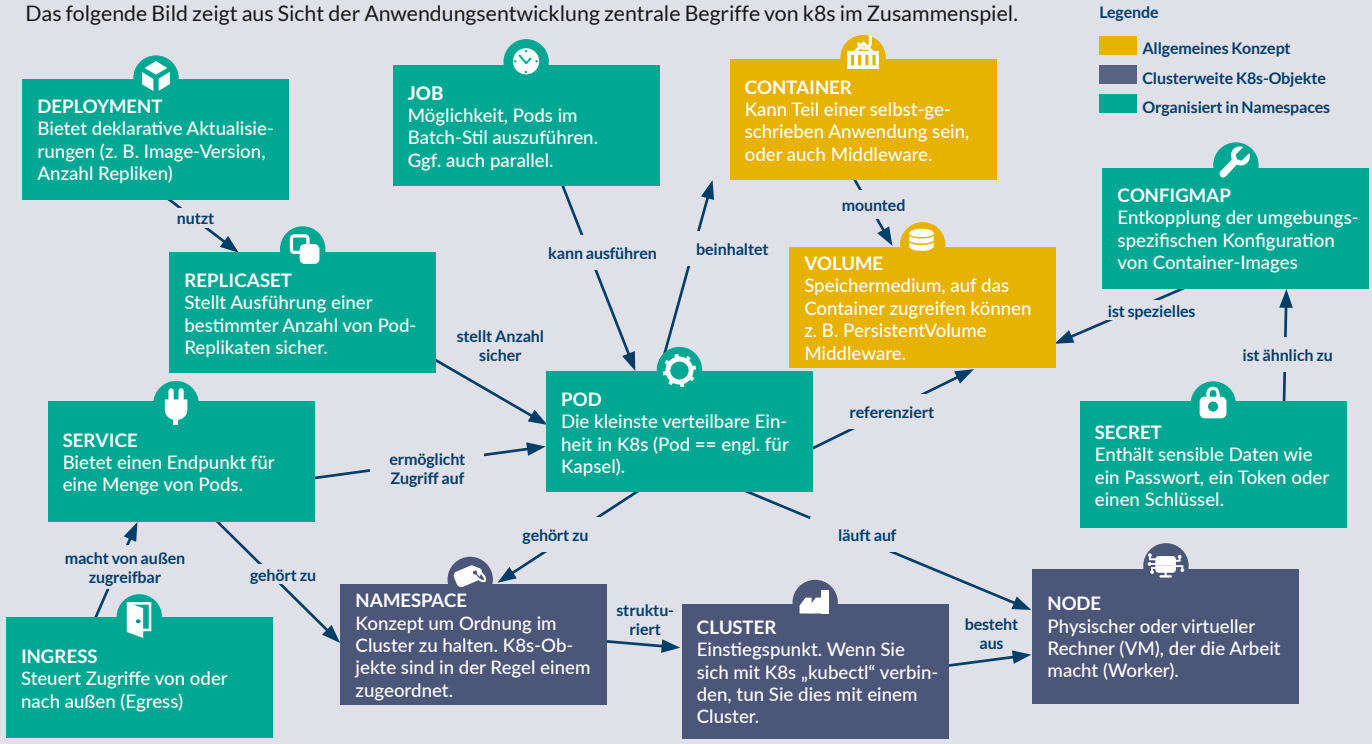
- Entwickelt in Go, verfügbar seit 2014
- K8s == K -ubernete- s (8 Buchstaben zwischen K und s)
- Initiiert von Google, das Erfahrung aus früheren, internen Projekten einfließen ließ
- Maintainer jetzt: CNCF (Cloud Native Computing Foundation)
- Sogenannte Distributionen „veredeln“ K8s, teilweise zu kommerziellen Produkten (Motto: „K8s für Unternehmen“)

Wesentliche Aufgaben

- containerisierte Anwendungen definieren, strukturieren und konfigurieren (Stichwort *.yaml)
- Anwendungen verteilen und aktualisieren (Deployment, Updates)
- Zustand der Anwendung überwachen und bei Bedarf heilen
- Lasten über die Infrastruktur verteilen (Skalierung)
- Kommunikation zwischen Anwendungsteilen leiten und absichern (Traffic Routing)

Ein Begriffsbild für Kubernetes

Das folgende Bild zeigt aus Sicht der Anwendungsentwicklung zentrale Begriffe von k8s im Zusammenspiel.



Wichtige k8s-Distributionen

Vanilla K8s

Die Basis für alles:

Was es von Hause aus bietet:

- Service discovery und Load Balancing
- Storage orchestration
- Automatische Rollouts und Rollbacks
- Automatic bin packing
- Selbstheilungs-Mechanismen
- Konfigurationsmanagement und Secret Management

Was fehlt und wo man sich selber drum kümmern muss:

- CI/CD Prozesse
- Keine Anwendungsdienste wie Datenbanken, Speichersysteme, Messaging-Dienste, Caching, etc
- Keine Logging, Monitoring und Alerting Lösungen
- Fortgeschrittene Systeme für Rechner-konfigurationen, Wartungen Selbstheilung

On-Premises aka „Im eigenen RZ“

Wichtige Distributionen über Vanilla-k8s hinaus

Rancher

Erweitert Vanilla-k8s basierend auf CNCF-Tools.
Open Source.

Enthält alle Vanilla-k8s Feature plus (Auswahl)

- Cross-Provider Cluster Deployment
- User management mit verschiedenen Auth-providern
- Web UI
- Integrierte CI/CD-Pipelines
- Projekt-Management Logging, Monitoring Alerting

Red Hat Openshift

Verwendet im Kern Kubernetes. Anpassungen/
Erweiterungen auch mit Non-CNCF-Tools.
Enterprise Support gegen $$$

Hauptunterschiede zu Vanilla-k8s

- Integriertes User-Management
- Integrierte Docker-Registry und CI-Pipelines
- Templates für Resourcen
- Verwendung ähnlicher, leicht anderer Konzepte, z. B. Routers statt Ingresses, Projekte statt Namespaces, oc statt kubectl ...

Cloud aka Managed Kubernetes

Spezielle Distributionen von Public Cloud Anbietern

Amazon Elastic Kubernetes Service (Amazon EKS)

- basiert auf Vanilla-K8s
- eigene Implementierungen für z.B. Storage
- eigenes Tooling eksctl

Google Kubernetes Engine (GKE)

- basiert auf Vanilla-K8s
- built-in Security Scan
- Integration in die Google Cloud Platform (Logging, Monitoring)
- Auto-Pilot (Autoscaling der Nodes, Auto-Update etc.)

Azure Kubernetes Service (AKS)

- basiert auf Vanilla-K8s
- eigene Implementierungen für z.B. Storage
- Integration mit AD
- Windows-Container

Kubernetes für besondere Fälle

Für Anwendungen abseits des Mainstreams von Informations-systemen mit Weboberflächen finden sich spezialisierte k8s-Lösungen. Hier eine Auswahl an Distributionen bzw. Frameworks

Machine Learning

- **Kubeflow,** Machine Learning Toolkit für Kubernetes **https://www.kubeflow.org**

Serverless

- **Knative,** Serverless Container in Kubernetes **https://knative.dev**
- **Fission,** Serverless Framework für Kubernetes **https://fission.io**
- **OpenFaaS,** weiteres Serverless Framework für Kubernetes, auf Basis von Nats und Prometheus **https://www.openfaas.com**

Mit kleinem Fußabdruck

- **minikube,** implementiert einen lokalen Kubernetes-Cluster auf macOS, Linux und Windows. Interessant vor allem für die Entwicklung. **https://minikube.sigs.k8s.io**
- **K3s,** sehr kleine Kubernetes-Distribution insbesondere für IoT und Edge-Computing **https://k3s.io/**

Migrations-"Plan" Richtung Container und Orchestrierung

Sie beabsichten eine bestehende Anwendung zukünftig in Containern zu betreiben? Die folgenden vier Handlungsfelder geben Ihnen Orientierung. Sie durchlaufen diese iterativ, und schärfen dadurch das initiale Bild aus A

D Betrieb sicherstellen

Sollte kein nachträglicher Einfall sein.

Schritte

- Logging auswertbar machen
- Monitoring anbinden, Rahmen: A
- Evolutionäre Architektur etablieren

D sichert ab und unterstützt die Weiterentwicklung

B Build- und Deployment-Prozess konzipieren

Hier kommen Container und k8s ins Spiel ....

Leitfragen

- Wie bauen wir in Zukunft die Anwendung inkl. Images? (Siehe Seite 4)
- Wo legen wir die Images ab?
- Von wo beziehen wir Base Images und (ggf.) Drittprodukte?
- Wie liefern wir die Anwendung aus (ggf. Kleinteiliger)?)

C Anwendungsteile in „Neue Welt" überführen

Hier wird richtig gearbeitet. Für die Top-Hindernisse siehe Seite 5.

Schritte

- Rahmen (Makro-Architektur) schaffen. Input: A
- Anwendungsteile in Container über führen. Input B
- Technologien wenn nötig anpassen. Input: A

A Grobes Zielbild festlegen

Hier werden grundsätzliche Dinge erarbeitet. Ergebnis ist eine initiale Architektur-Vision.

Leitfragen

- Welche Ziele verbinden wir mit dem Umbau?
- Ändern wir dazu die Zerlegung? Stichworte: Kleinteiliger, Schichten vs. Vertikalen, siehe Seite 2
- Setzen wir auf andere andere Technologien (z.B. Middleware) oder Versionen von Technologien (z.B. JVM)?
- Was gehört zur Makro-, was zur Mikroarchitektur
- Wo betreiben wir die neue Fassung? On Premise vs. Public Cloud
- Wie überführen wir die neue Fassung in Betrieb? Stichworte: Big Bang vs. Alternativen (z.B. Application Strangulation)

Weitere Informationen

Online-Artikel

Stefan Zörner: Architekturstile und -prinzipien in Zeiten von Containern und der Cloud, Informatik aktuell 2021

Sandra Parsick: Container-Images Deep Dive – 101 Wege zum Bauen und Bereitstellen, Informatik aktuell 2022

Bücher

- **Bilgin Ibryam et al:** Kubernetes Patterns. Wiederverwendbare Muster zum Erstellen von Cloud-nativen Anwendungen, O'Reilly 2020
- **Marko Luksa:** Kubernetes in Action, Manning Publications, 2. Auflage 2023

Verwandte Architektur-Spicker

- Nr. 3: **Microservices**
- Nr. 5: **Cloud-Anwendungen**
- Nr. 7: **Continuous Delivery**

https://www.architektur-spicker.de

Die Autoren dieses Spickers

- **Sandra Parsick** (info@sandra-parsick.de) berät Kunden rund um ihre Schwerpunkte Java-Enterprise-Anwendungen, Software Craftsmanship und der Automatisierung von Softwareentwicklungsprozessen.
- **Stefan Zörner** (stefan.zoerner@embarc.de) unterstützt Entwicklungsteams in Architektur- und Umsetzungsfragen mit dem Ziel, gute Lösungsansätze wirksam in der Software zu verankern.

Wir freuen uns auf Ihr Feedback: spicker@embarc.de

https://architektur-spicker.de

embarc Software Consulting GmbH
https://www.embarc.de
info@embarc.de

SIGS DATACOM
FACHINFORMATIONEN FÜR IT-PROFESSIONALS
https://www.sigs-datacom.de
info@sigs-datacom.de