



Architecture Documentation

1. Einführung und Ziele

blocpress ist ein template-basierter Print-Server zur automatisierten Generierung professioneller Dokumente. Das System führt LibreOffice-Templates (ODT) mit strukturierten JSON-Daten zusammen und erzeugt Dokumente in den Formaten ODT, PDF und RTF.

1.1. Aufgabenstellung

Kernaufgabe: blocpress ermöglicht die automatisierte, qualitätsgesicherte und compliance-konforme Erstellung von Dokumenten aus Templates.

Wesentliche funktionale Anforderungen:

- **Template-Verwaltung:** Zentrale Speicherung und Versionierung von LibreOffice-Templates und wiederverwendbaren Bausteinen
- **Dokumentengenerierung:** Automatisierte Befüllung von Templates mit JSON-Daten über REST-API
 - User-Fields in Punkt-Notation (z.B. `kunde.name`)
 - Wiederholungsgruppen für Arrays (Sections und Tables)
 - IF-Bedingungen für dynamische Inhalte
 - Export in ODT, PDF und RTF
- **Workflow-gesteuerte Freigabe:** Mehrstufiger Freigabeprozess mit Vier-Augen-Prinzip (Designer ≠ Freigeber)
- **Compliance-Management:** Automatische Überwachung turnusmäßiger Reviews (1, 3 oder 5 Jahre)
- **Test-Framework:** Verwaltung von Testdaten, Baseline-PDFs und automatisierte Regressionstests
- **Content Search:** Performante Volltextsuche nach fachlichen Konstrukten über alle Templates

Treibende Kräfte:

- Transformation von manueller, fehleranfälliger Dokumentenerstellung zu automatisiertem

Workflow

- Sicherstellung inhaltlicher Aktualität durch turnusmäßige Reviews
- Konsistenz über alle Dokumente durch zentrale Template-Verwaltung
- Qualitätssicherung durch Freigabeprozess und Regressionstests

Referenzen:

- [Solution Design Concept: blocpress](#)—Vision, Value Creation Architecture, Information Architecture, Business Processes
- [System Design Concept: blocpress](#)—Systemziele, Systemarchitektur, Szenarien
- [Element Design Concept: blocpress \(SCS-Module\)](#)—Goals, Use Cases, Technical Functions, Entities

1.2. Qualitätsziele

| Priorität | Qualitätsziel | Szenario | Kapitel |
|-----------|--|--|-----------|
| 1 | Performance | Dokumentengenerierung für Standard-Dokumente (bis 20 Seiten) innerhalb von 5 Sekunden. Suche über alle Templates innerhalb von 2 Sekunden. | 10.2 |
| 2 | Zuverlässigkeit (Determinismus) | Identische Eingaben (Template + JSON-Daten) erzeugen immer identische Ausgabedokumente. Essentiell für Regressionstests. | 10.1 |
| 3 | Wartbarkeit | Templates und Code müssen versioniert sein. Änderungen nachvollziehbar. Storage Abstraction Layer ermöglicht Wechsel zu S3. | 9, 10.3 |
| 4 | Sicherheit | Vier-Augen-Prinzip (Designer ≠ Freigabe) technisch erzwungen. RBAC für alle Funktionen. API-Rate-Limiting. | 2.3, 10.4 |
| 5 | Skalierbarkeit | Horizontal skalierbar: Bis zu 100 gleichzeitige Dokumentengenerierungen. Asynchrone Verarbeitung über Message Queue. | 8.1, 10.5 |

1.3. Stakeholder

| Rolle | Kontakt | Erwartungshaltung |
|--------------------------------------|----------------------------|---|
| Template-Designer | Fachabteilungen | Einfaches Erstellen von Templates in vertrauter LibreOffice-Umgebung. Klare Validierungsmeldungen. Eigene Arbeitsumgebung (blocpress-workbench). |
| Prüfer (QM / Freigeber / Compliance) | QS- / Compliance-Abteilung | Strukturierter Freigabeprozess mit Vier-Augen-Prinzip. Testmöglichkeiten mit Beispieldaten. Übersichtliche Darstellung fälliger Compliance-Reviews. Eigene Arbeitsumgebung (blocpress-proof). |
| Entwicklungsteams | IT-Abteilung | Stabile REST-API für Dokumentengenerierung (blocpress-render). Gute Performance (< 5s). Klare Fehlermeldungen. |
| Administratoren | IT-Betrieb | Einfache Installation als Docker-Container. Monitoring-Integration. RBAC-Verwaltung (blocpress-admin). |
| Architekten | IT-Architektur | Klare Architektur. Modularer Aufbau. Technologie-Stack: Quarkus, PostgreSQL, LibreOffice. |
| Projektleitung | Management | Einhaltung von Compliance-Vorgaben. Wirtschaftlicher Betrieb (< 5.000 Dokumente in PostgreSQL). |

2. Randbedingungen

2.1. Technische Randbedingungen

Detaillierte Constraints: [Constraints im Element Design Concept](#) | [Constraints im Solution Design Concept](#)

| Randbedingung | Erläuterung |
|---------------------|--|
| Quarkus Framework | Alle SCS-Module müssen mit Quarkus implementiert werden (schnelle Startup-Zeit, geringer Memory-Footprint, native Kompilierung möglich). |
| LibreOffice ≥ 24 | LibreOffice Version 24 oder höher muss headless in blocpress-render integriert sein. Ältere Versionen nicht unterstützt. |
| PostgreSQL ≥ 18 | Datenbank muss PostgreSQL Version 18 oder höher sein. JSONB-Indizes erforderlich. |
| Docker-Container | blocpress muss als Docker-Container betreibbar sein. Kubernetes-Deployment optional. |
| Template-Format | Nur ODT und OTT als Template-Eingabeformat. DOCX/DOC nicht unterstützt. |
| Export-Formate | Nur ODT, PDF und RTF als Ausgabeformat. DOCX/HTML nicht unterstützt. |
| Elasticsearch ≥ 7.x | Content Search Engine basiert auf Elasticsearch 7.x oder höher. |
| Message Queue | RabbitMQ oder Kafka für asynchrone Dokumentengenerierung. |

2.2. Organisatorische Randbedingungen

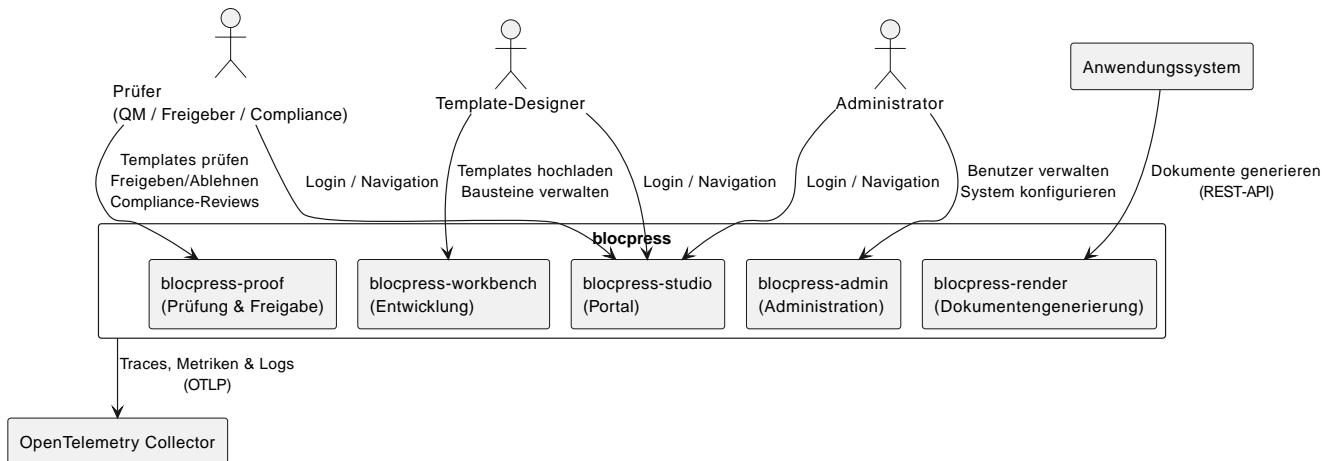
| Randbedingung | Erläuterung |
|--------------------------------|---|
| Vier-Augen-Prinzip | Designer darf nicht gleichzeitig Freigeber sein. Technisch erzwungen durch TF-2. |
| Compliance-Reviews | Templates mit rechtlicher/regulatorischer Relevanz müssen nach 1, 3 oder 5 Jahren zur Review vorgelegt werden. |
| Freigabe-Pflicht | Templates ohne Status "Freigegeben" dürfen nicht für Produktiv-Generierung verwendet werden. |
| JWT-basierte Authentifizierung | Benutzer-Authentifizierung erfolgt über JWT-Validierung. Jedes SCS-Modul prüft Signatur, Issuer und Ablaufdatum gegen einen konfigurierten Public Key. Kein externer Identity Provider zur Laufzeit erforderlich. |

2.3. Konventionen

| Konvention | Erläuterung |
|---------------------------|---|
| RESTful API Design | REST-API folgt RESTful Prinzipien: Ressourcen-orientiert, HTTP-Verben, JSON-Response. |
| JSON-Punkt-Notation | User-Fields referenzieren JSON-Pfade in Punkt-Notation: <code>kunde.name, vertrag.positionen[0].preis</code> |
| Storage Abstraction Layer | Zugriff auf Binärdaten nur über <code>StorageService</code> Interface. Ermöglicht zukünftigen Wechsel zu S3. |
| Audit-Logging | Alle Workflow-Änderungen, Freigaben und Reviews müssen audit-log-tauglich protokolliert werden. |

3. Kontextabgrenzung

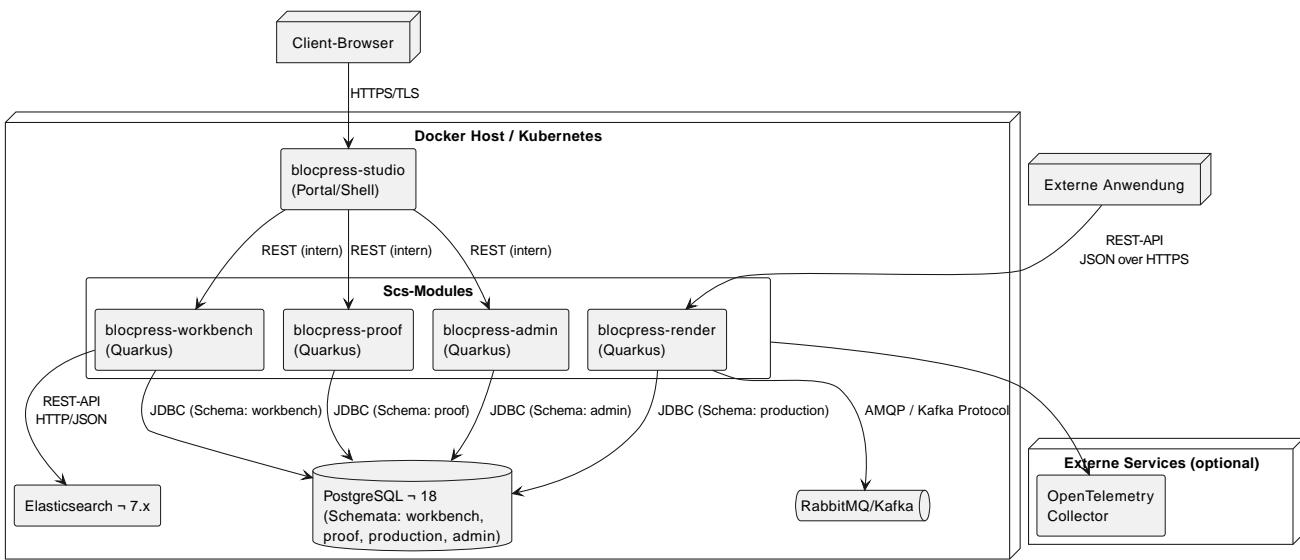
3.1. Fachlicher Kontext



Kommunikationsbeziehungen:

| Partner | Eingabe | Ausgabe |
|--------------------------------------|---|--|
| Template-Designer | ODT-Templates, Bausteine, Metadaten | Validierungsergebnisse, Template-Status, Vorschau-Dokumente |
| Prüfer (QM / Freigeber / Compliance) | Prüfkommentare, Freigabe-/Ablehnungsentscheidung, Review-Ergebnisse, JSON-Testdaten, Baseline-Updates | Templates zur Prüfung, Testdokumente, fällige Reviews, Test-Ergebnisse, PDF-Vergleiche |
| Administrator | Benutzerdaten, Rollen, System-Konfiguration | Benutzerliste, Audit-Logs, System-Status |
| Anwendungssystem | Template-ID, JSON-Daten, gewünschtes Format | Generiertes Dokument (ODT/PDF/RTF), Generierungs-ID, Status |
| OpenTelemetry Collector (optional) | (keine Eingabe) | Traces, Metriken und Logs via OTLP-Protokoll |

3.2. Technischer Kontext



Technische Schnittstellen:

| Schnittstelle | Protokoll/Technologie | Mapping fachlicher Daten |
|--|---|---|
| Browser → blocpress-studio | HTTPS, Web Components (Import Maps) | Portal-Shell lädt Micro-Frontends der SCS-Module als Web Components |
| blocpress-studio → SCS-Module (intern) | REST-API, JSON (intern, nicht öffentlich) | UI-Aktionen werden an das jeweilige SCS-Modul delegiert |
| Externe Anwendung → blocpress-render | HTTPS, REST-API, JSON | Dokumentengenerierung: POST /api/documents/generate (einzige öffentliche API) |
| SCS-Module → PostgreSQL | JDBC, PostgreSQL Wire Protocol | Jedes Modul nutzt eigenes Schema (workbench, proof, production, admin) |
| Render → RabbitMQ/Kafka | AMQP (RabbitMQ) / Kafka Protocol | Asynchrone Dokumentengenerierung, Regressionstests |
| blocpress-workbench → Elasticsearch | REST-API, HTTP/JSON | Template-Indexierung, Volltextsuche (Content Search) |
| SCS-Module → OpenTelemetry Collector | OTLP (gRPC Port 4317 / HTTP Port 4318) | Traces (Request-Verarbeitung), Metriken (Latenz, Fehlerraten), Logs |

4. Lösungsstrategie

4.1. Technologieentscheidungen

| Entscheidung | Begründung | Qualitätsziel |
|---|---|--------------------------------------|
| Self-Contained Systems (SCS) | Fachliche Zerlegung in unabhängig deploybare Module mit eigener UI, eigenem Backend und eigenem Datenbank-Schema. Erleichtert Wartung und Team-Ownership. | Wartbarkeit, Skalierbarkeit |
| Quarkus Framework | Schnelle Startup-Zeit, geringer Memory-Footprint, Cloud-native, native Kompilierung möglich. Jedes SCS-Modul ist eine eigenständige Quarkus-Anwendung. | Performance, Skalierbarkeit |
| Micro-Frontends (Web Components) | Jedes SCS-Modul liefert eigene UI als Web Components (Custom Elements mit Shadow DOM). Portal-Shell (blocpress-studio) lädt diese via Import Maps. | Wartbarkeit, Unabhängigkeit |
| LibreOffice headless ≥ 24 | Ausgereiftes ODT-Template-Processing, Export in ODT/PDF/RTF, kostenlos, Open Source | Funktionale Eignung, Kosteneffizienz |
| PostgreSQL ≥ 18 — Multi-Schema | Reife relationale DB. Jedes SCS-Modul nutzt ein eigenes Schema (workbench, proof, production, admin) in derselben Datenbank. Identische Tabellenstrukturen für Templates in workbench/proof/production ermöglichen kopie-basierte Stufenübergabe. | Zuverlässigkeit, Wartbarkeit |
| Storage Abstraction Layer | Ermöglicht zukünftigen Wechsel zu S3 ohne Code-Änderungen in Business-Logik | Wartbarkeit, Flexibilität |
| Elasticsearch für Content Search | Hochperformante Volltextsuche, Relevanz-Ranking, Highlighting | Performance (< 2s Suchzeit) |
| Message Queue (RabbitMQ/Kafka) | Asynchrone Verarbeitung zeitaufwändiger Operationen, Entkopplung, Skalierbarkeit | Performance, Skalierbarkeit |
| Docker-Container | Jedes SCS-Modul als eigener Container, unabhängig skalierbar | Übertragbarkeit, Betriebseffizienz |

4.2. Top-Level-Zerlegung

Architekturmuster: Self-Contained Systems (SCS) mit Micro-Frontend-Integration

Die Anwendung ist in fünf fachlich geschnittene Module zerlegt:

| SCS-Modul | Verantwortung | Datenstufe |
|----------------------------|--|--------------------------------------|
| blocpress-studio | Portal-Shell: Navigation, Authentifizierung (JWT), Integration der Micro-Frontends via Import Maps. Kein eigenes Backend. | — |
| blocpress-workbench | Template-Entwicklung: Upload, Validierung, Bearbeitung, Bausteinverwaltung, Content Search, Vorschau-Generierung. Arbeitsumgebung für Template-Designer. | Schema workbench |
| blocpress-proof | Prüfung und Freigabe: Workflow (Vier-Augen-Prinzip), Testdaten, Regressionstests, Compliance-Reviews. Arbeitsumgebung für Prüfer. | Schema proof |
| blocpress-render | Dokumentengenerierung: Einzige öffentliche REST-API. Liest freigegebene Templates aus dem Production-Schema. Stateless. | Schema production (read-only) |
| blocpress-admin | Administration: Benutzerverwaltung, Rollenzuweisung, Systemkonfiguration, Audit-Logs. | Schema admin |

Datenstufen und Stufenübergabe:

Templates durchlaufen drei Stufen mit kopie-basierter Übergabe:

1. **workbench** → Designer entwickelt und testet Templates
2. **proof** → Prüfer führt Qualitätssicherung, Freigabe und Compliance-Reviews durch
3. **production** → Freigegebene Templates stehen für die Dokumentengenerierung bereit

Die Übergabe erfolgt als Kopie: Das Template wird vom workbench-Schema in das proof-Schema kopiert (Übergabe in den Review-Prozess), nach Freigabe vom proof-Schema in das production-Schema. Für turnusmäßige Erneuerungen kann die aktuelle Baseline aus production in das proof-Schema gezogen werden.

Micro-Frontend-Architektur:

- blocpress-studio ist die Portal-Shell (HTML-Seite mit Navigation und Auth-Handling)
- Jedes SCS-Modul liefert seine UI als Web Component (Custom Element mit Shadow DOM)

- Studio lädt die Web Components über Import Maps (z.B. `blocpress-workbench-ui.js`)
- JWT wird als Property an jedes Web Component weitergereicht: `<bp-workbench jwt="${token}"></bp-workbench>`
- Shadow DOM kapselt CSS und DOM — Module beeinflussen sich nicht gegenseitig

Interne Kommunikation:

- SCS-Module kommunizieren untereinander über interne REST-APIs (nicht öffentlich exponiert)
- blocpress-render kann Templates sowohl aus dem production-Schema lesen als auch direkt per REST von workbench/proof empfangen (für Vorschau/Test-Generierung)

4.3. Erreichung wichtigster Qualitätsziele

Q1: Performance

- LibreOffice headless läuft in blocpress-render (keine IPC-Overhead)
- Asynchrone Dokumentengenerierung über Message Queue (nicht blockierend)
- Elasticsearch für schnelle Volltextsuche
- PostgreSQL-Indizes auf häufig abgefragte Spalten (template_id, status, user_id)

Q2: Zuverlässigkeit (Determinismus)

- LibreOffice-Verarbeitung strikt sequenziell für gleiche Template-Version
- Keine Zufallswerte, keine zeitabhängigen Werte in Template-Processing
- Versionierung von Templates: Gleiche Version = gleiche Binärdaten
- Regressionstests validieren Determinismus automatisch

Q3: Wartbarkeit

- SCS-Architektur: Module unabhängig entwickelbar, testbar und deploybar
- Eigene Datenbank-Schemata: Keine Datenkopplung zwischen Modulen
- Storage Abstraction Layer (`StorageService` Interface) entkoppelt Business-Logik von Storage-Implementierung
- OpenTelemetry für Traces, Metriken und Logs (optional, vendor-neutral)

Q4: Sicherheit

- TF-2 (Workflow-Status ändern) prüft technisch: `userId != template.erstellerId`
- RBAC: Rollen im admin-Schema, Prüfung bei jedem API-Call
- API-Rate-Limiting für blocpress-render: 1.000 Requests/h pro API-Key
- HTTPS/TLS für alle externen Verbindungen
- JWT-Weitergabe an Web Components über Properties (kein LocalStorage)

Q5: Skalierbarkeit

- SCS-Module unabhängig skalierbar: blocpress-render kann separat horizontal skaliert werden
- Message Queue entkoppelt Request-Handling von Dokumentengenerierung
- PostgreSQL Connection Pooling (HikariCP) pro Modul
- Caching von Templates (Caffeine Cache) in blocpress-render

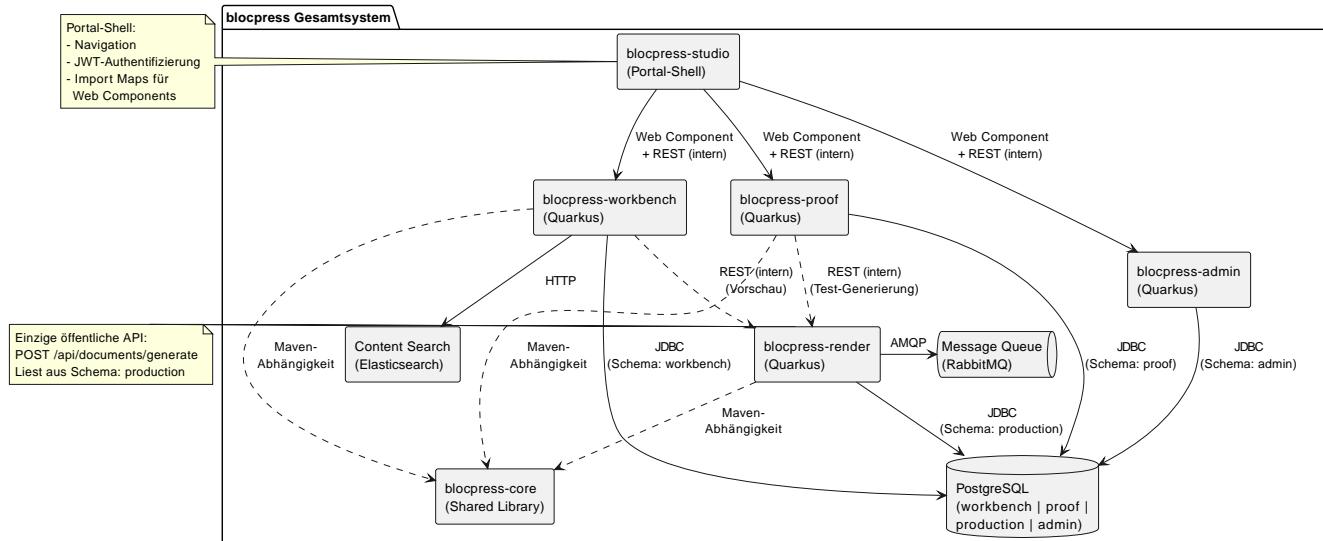
4.4. Organisatorische Entscheidungen

- **Entwicklungsprozess:** Agil Kanban
- **CI/CD:** Automatische Tests bei jedem Commit, je SCS-Modul
- **Dokumentation:** arc42 für Architektur, Javadoc für Code, OpenAPI für REST-API
- **Team-Ownership:** Jedes SCS-Modul kann von einem eigenen Team verantwortet werden

5. Bausteinsicht

Detaillierte Beschreibung der Bausteine: [Technical Functions](#) | [Technical Interfaces](#) | [Use Cases](#)

5.1. Whitebox Gesamtsystem



Begründung:

Die Zerlegung folgt dem Self-Contained-Systems-Ansatz (SCS):

- **blocpress-studio** ist die Portal-Shell — lädt Micro-Frontends der fachlichen Module als Web Components
- **blocpress-workbench** enthält die Logik für Template-Entwicklung (Dev-Stufe)
- **blocpress-proof** enthält die Logik für Prüfung, Freigabe und Compliance (Test/QA-Stufe)
- **blocpress-render** ist die einzige öffentliche API für Dokumentengenerierung (Production-Stufe)
- **blocpress-admin** verwaltet Benutzer, Rollen und Systemkonfiguration
- **PostgreSQL** nutzt getrennte Schemata pro Modul — identische Tabellenstrukturen für Templates ermöglichen kopie-basierte Stufenübergabe
- **Message Queue** ermöglicht asynchrone Verarbeitung
- **Elasticsearch** ist spezialisiert auf Volltextsuche (genutzt von blocpress-workbench)

Enthaltene Bausteine:

| Name | Verantwortung |
|---------------------|--|
| blocpress-studio | Portal-Shell: Authentifizierung (JWT-Handling), Navigation, Laden der Micro-Frontends via Import Maps. Kein eigenes Backend — rein statische HTML/JS-Anwendung. |
| blocpress-workbench | Template-Entwicklung: Upload, Validierung (TF-1 via blocpress-core), Bearbeitung, Bausteinverwaltung, Content Search, Vorschau-Generierung. Use Cases: UC-1 bis UC-5, UC-19 bis UC-21. |

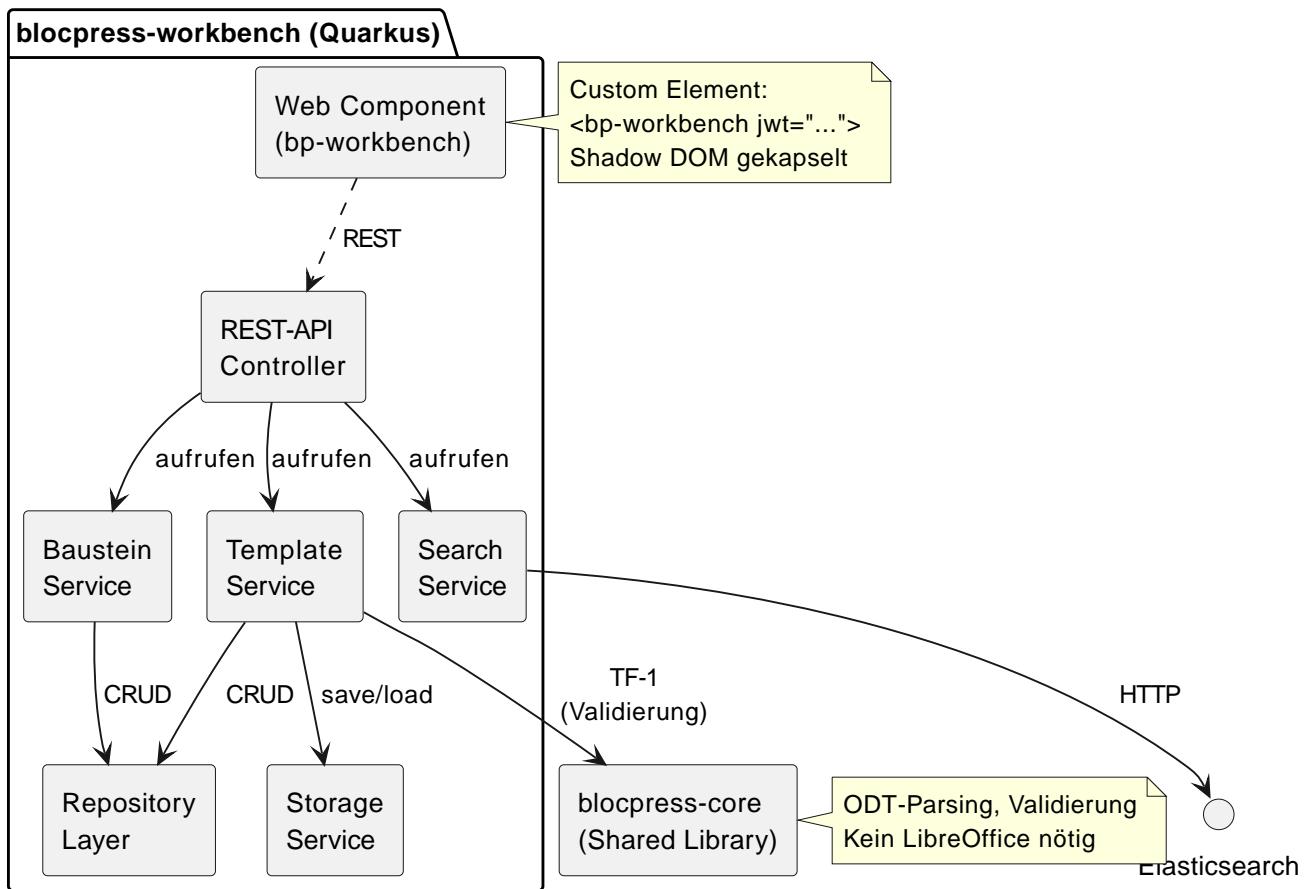
| Name | Verantwortung |
|--------------------------------|---|
| blocpress-proof | Prüfung und Freigabe: Workflow (TF-2, Vier-Augen-Prinzip), Testdaten (UC-14 bis UC-18), Regressionstests (TF-6), Compliance-Reviews (TF-7, UC-11 bis UC-13), Freigabe (UC-6 bis UC-9). Stufenübergabe proof → production. |
| blocpress-render | Dokumentengenerierung: Einzige öffentliche REST-API (TI-1). Liest freigegebene Templates aus Schema production . Nutzt blocpress-core (Merge-Pipeline) und LibreOffice (Format-Export). Stateless, horizontal skalierbar. |
| blocpress-admin | Administration: Benutzerverwaltung (UC-22 bis UC-24), Rollenzuweisung, Systemkonfiguration, Audit-Logs. |
| PostgreSQL Datenbank | Persistente Speicherung mit getrennten Schemata: workbench , proof , production , admin . Identische Template-Tabellenstrukturen in workbench/proof/production. |
| Message Queue | Asynchrone Verarbeitung zeitaufwändiger Operationen (Dokumentengenerierung, Regressionstests). Entkopplung. |
| blocpress-core | Shared Java-Library (Maven-Abhängigkeit, kein eigenständiger Container): ODT-Parsing (odfdom), Template-Validierung, Merge-Pipeline (Text-Block-Expansion, Bedingungen, Schleifen, Feldersetzung). Wird von blocpress-workbench (Validierung) und blocpress-render (Merge + Generierung) genutzt. Keine LibreOffice-Abhängigkeit. |
| Content Search (Elasticsearch) | Indexierung von Template-Inhalten, Volltextsuche nach fachlichen Konstrukten, Highlighting. Genutzt von blocpress-workbench. |

Wichtige Schnittstellen:

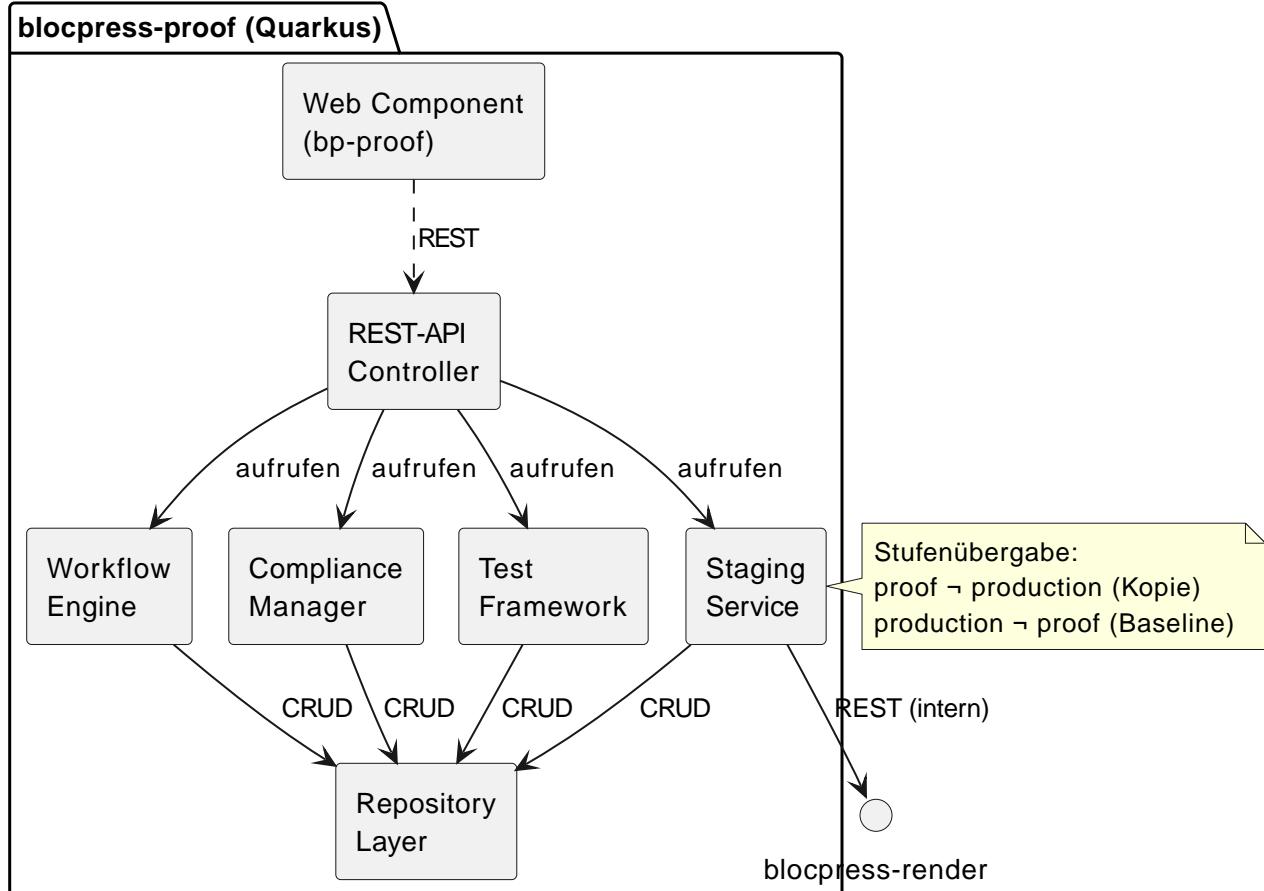
- **TI-1 (REST-API):** Öffentliche API von blocpress-render für externe Anwendungen
- **Interne REST-APIs:** Kommunikation zwischen SCS-Modulen (nicht öffentlich exponiert)
- **TI-2 (Datenbank-Interface):** JDBC-Zugriff pro Modul auf eigenes PostgreSQL-Schema
- **TI-5 (Message Queue Interface):** AMQP-Zugriff auf RabbitMQ
- **TI-7 (Elasticsearch API):** HTTP-REST-Zugriff auf Elasticsearch

5.2. Ebene 2

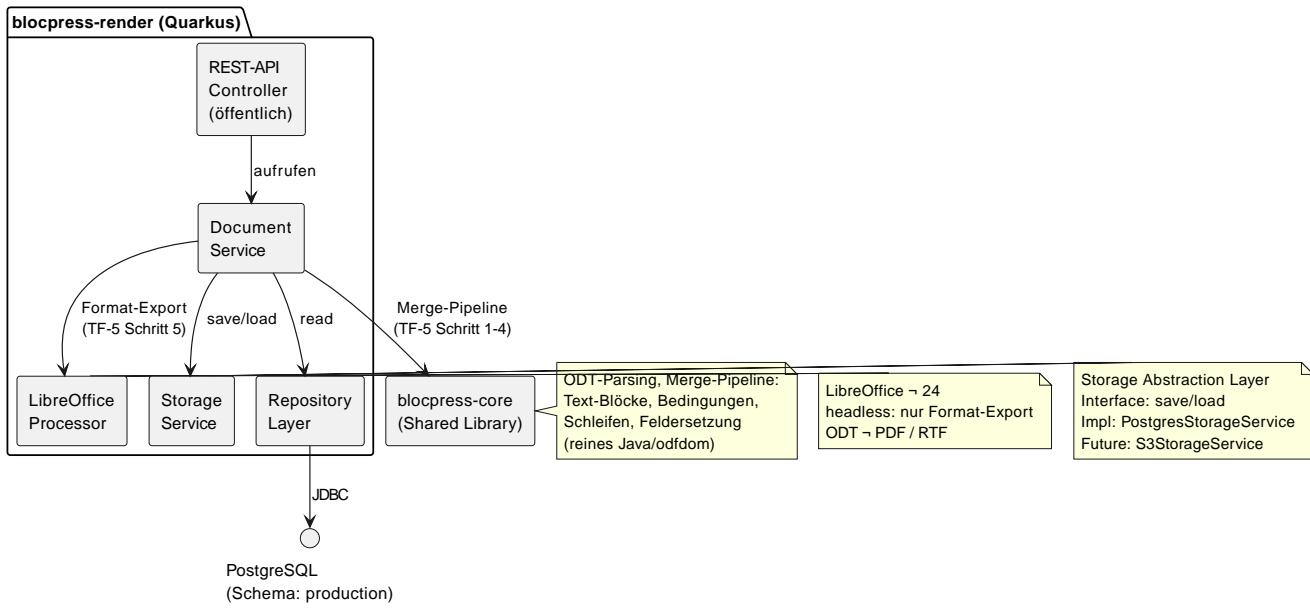
5.2.1. Whitebox blocpress-workbench



5.2.2. Whitebox blocpress-proof



5.2.3. Whitebox blocpress-render



Begründung der internen Zerlegung:

Jedes SCS-Modul folgt intern einer Schichtenarchitektur mit Dependency Inversion:

- REST-API Controller delegieren an fachliche Services
- Fachliche Services orchestrieren Technical Functions
- Technical Functions nutzen Infrastructure Services (LibreOffice, Storage, Repository)
- Storage Abstraction Layer ermöglicht Austausch der Storage-Implementierung

5.2.4. Blackbox blocpress-core (Shared Library)

Zweck/Verantwortung:

Gemeinsame Java-Library für ODT-Parsing, Template-Validierung und Merge-Pipeline. Wird als Maven-Abhängigkeit von blocpress-workbench und blocpress-render genutzt. Keine LibreOffice-Abhängigkeit — rein odfdom-basiert.

Schnittstellen:

- `RenderEngine.mergeTemplate(URL template, JsonNode data): OdtTemplateDocument` — Merge-Pipeline (Text-Block-Expansion, Bedingungen, Schleifen, Feldersetzung)
- `TemplateValidator.validate(byte[] odtBinary): ValidationResult` — Struktur-Analyse, User-Fields, Wiederholungsgruppen, IF-Bedingungen extrahieren
- `OdtTemplateDocument / OdtTemplateElement` — Abstraktionen über odfdom

Qualitäts-/Leistungsmerkmale:

- Deterministisch: Gleiche Eingabe → gleiche Ausgabe (Merge-Ergebnis)
- Kein externes Prozess-Management: Reine In-Process-Verarbeitung
- Testbar ohne LibreOffice-Installation

Ablageort/Datei:

- Maven-Modul: `blocpress-core`
- Package: `io.github.flaechsig.blocpress.core`
- Hauptklassen: `RenderEngine`, `OdtTemplateDocument`, `OdtTemplateElement`, `JexlConditionEvaluator`

5.2.5. Blackbox LibreOffice Processor

Zweck/Verantwortung:

Format-Konvertierung von ODT-Dokumenten nach PDF und RTF via LibreOffice headless. Wird in `blocpress-render` (Dokumentengenerierung) eingesetzt. Blocpress-workbench nutzt LibreOffice nicht — die Validierung läuft vollständig über `blocpress-core`.

Schnittstellen:

- `exportDocument(byte[] mergedOdt, OutputFormat format): byte[]` — Konvertiert ein bereits gemergtes ODT in das Zielformat (PDF/RTF/ODT)

Qualitäts-/Leistungsmerkmale:

- Deterministisch: Gleiche Eingabe → gleiche Ausgabe
- Performance: < 5s für Standard-Dokumente (20 Seiten)
- Thread-Safe: Mehrere parallele LibreOffice-Instanzen möglich

Ablageort/Datei:

- Maven-Modul: `blocpress-render`
- Package: `io.github.flaechsig.blocpress.render`
- Hauptklasse: `LibreOfficeProcessor`

5.2.6. Blackbox Storage Service

Zweck/Verantwortung:

Abstraktionsschicht für Speicherung von Binärdaten (Templates, generierte Dokumente, Test-PDFs). Wird in jedem SCS-Modul mit eigenem Schema eingesetzt.

Schnittstellen:

- `save(byte[] data, String key): StorageId`
- `load(StorageId id): byte[]`
- `delete(StorageId id): void`

Qualitäts-/Leistungsmerkmale:

- Austauschbar: Interface erlaubt Wechsel von PostgreSQL zu S3 ohne Code-Änderungen in Business-Logik

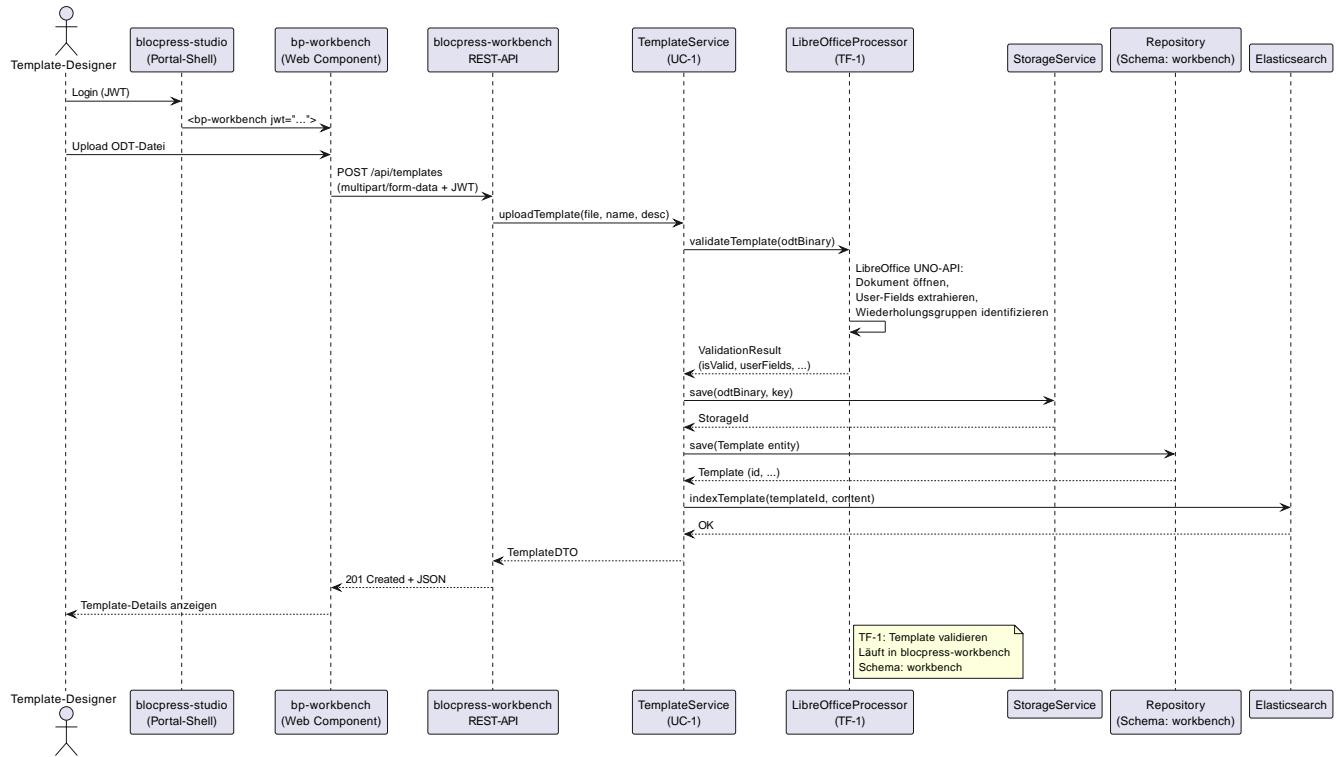
- Performance: Optimiert für < 5.000 Dokumente in PostgreSQL
- Transaktional: Speicherung in PostgreSQL erfolgt transaktional mit Metadaten

6. Laufzeitsicht

Systemszenarien: *System Scenarios im System Design Concept* | Business Processes: *Business Processes im Solution Design Concept*

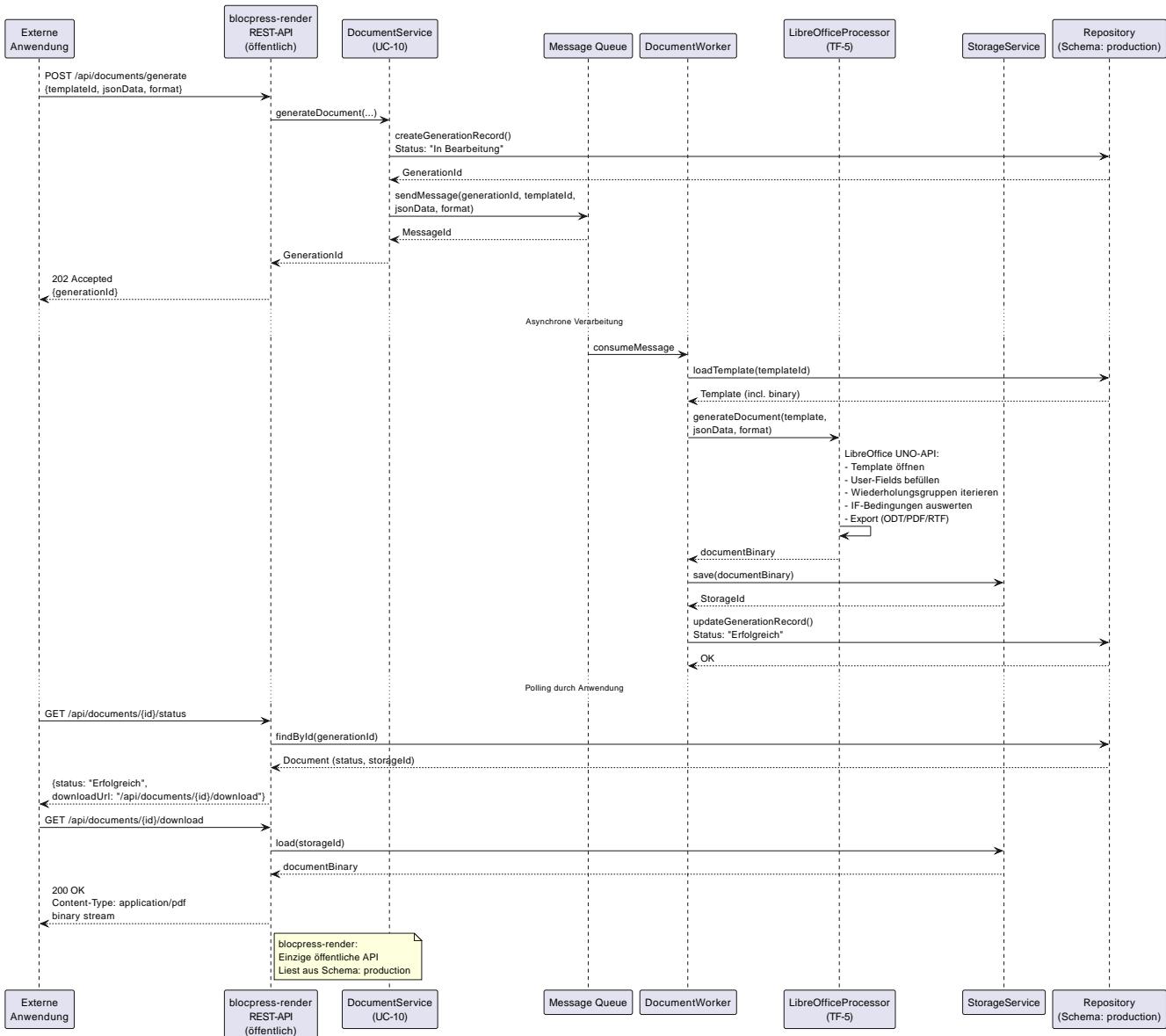
6.1. Template hochladen und validieren

Szenario: Template-Designer lädt neues ODT-Template in blocpress-workbench hoch (UC-1)



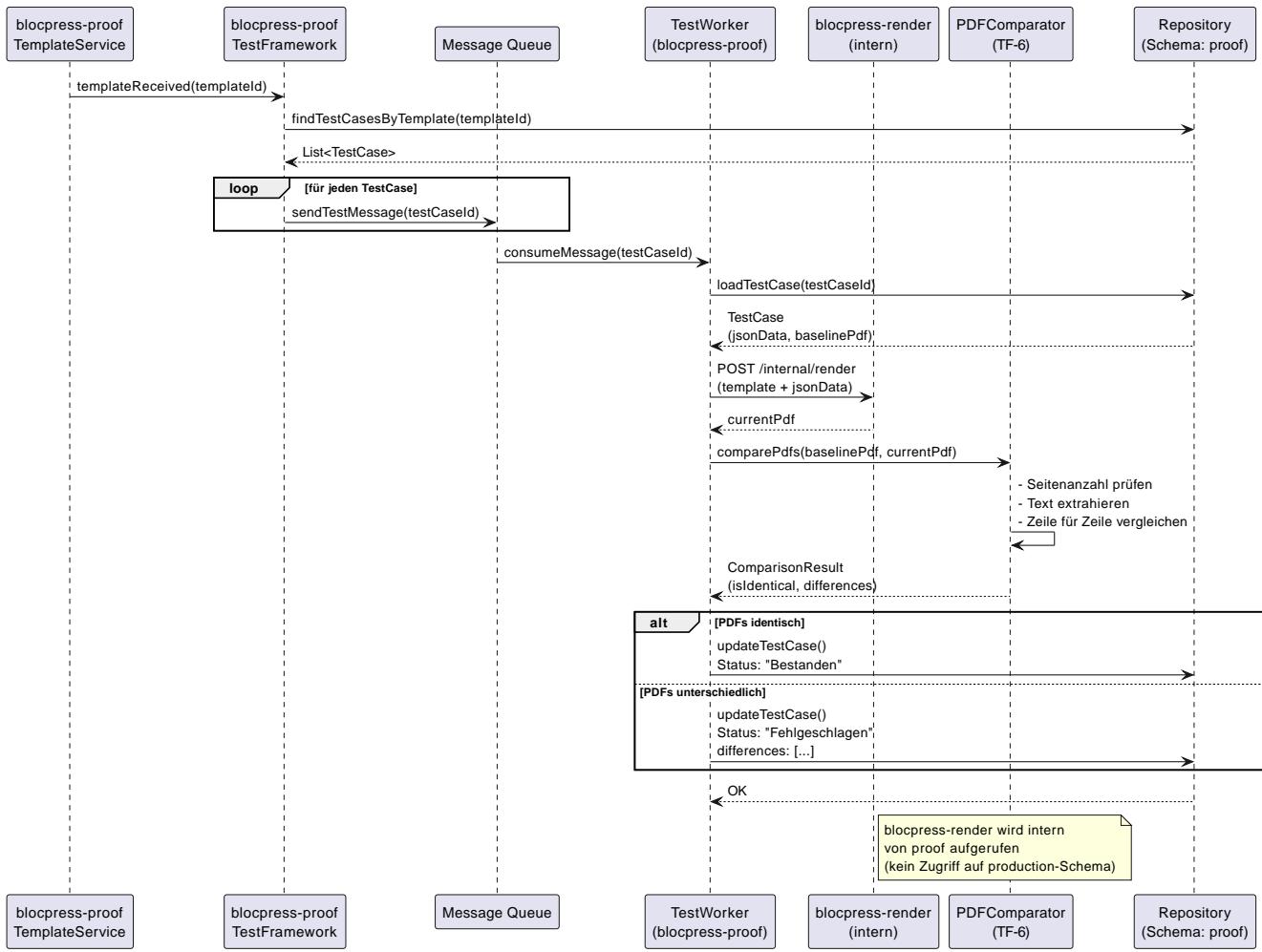
6.2. Dokument über API generieren (asynchron)

Szenario: Externe Anwendung generiert Dokument über blocpress-render (UC-10, TF-5)



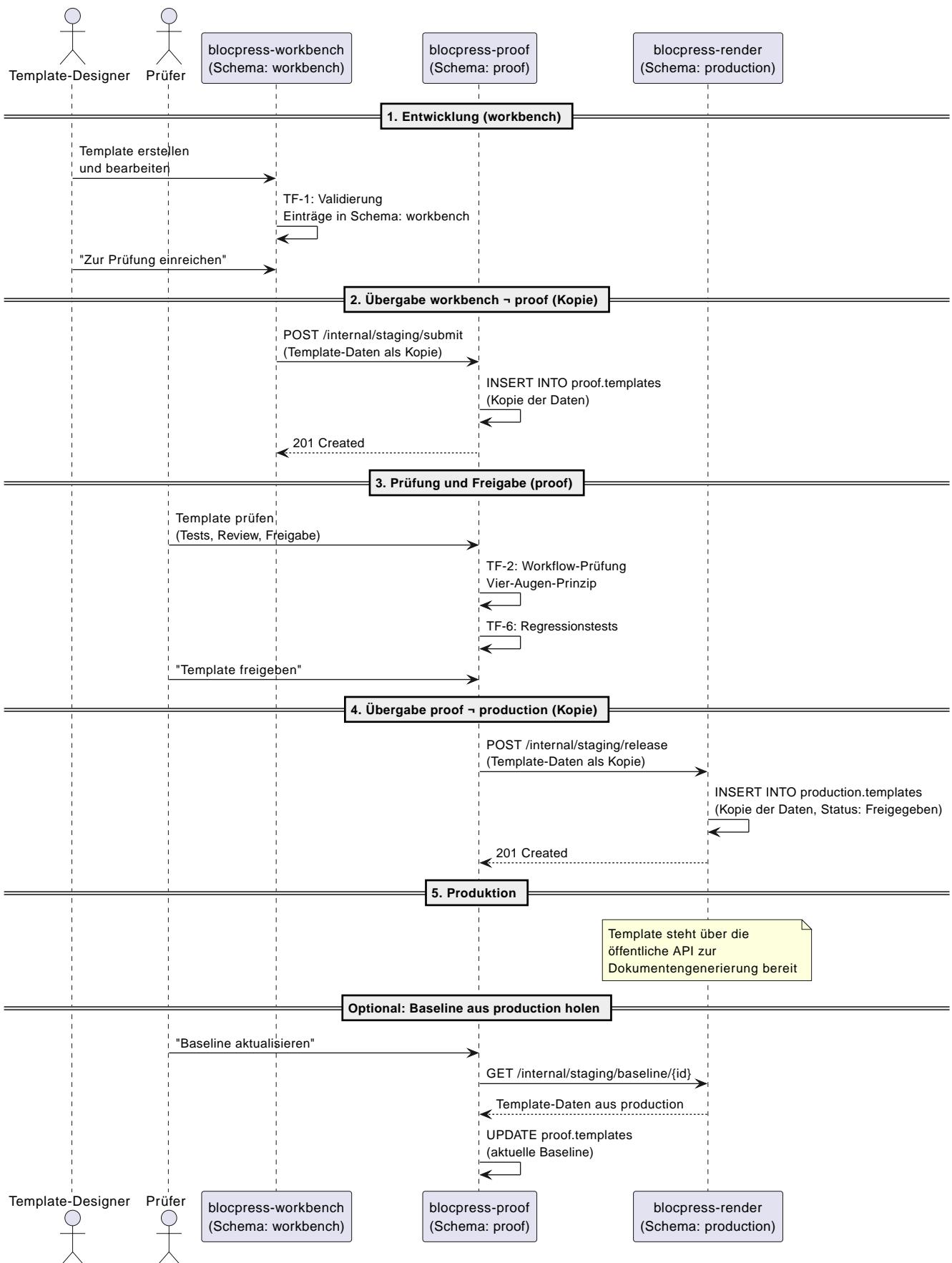
6.3. Automatischer Regressionstest

Szenario: Nach Übergabe eines Templates in blocpress-proof werden Regressionstests ausgeführt (UC-16, TF-6)



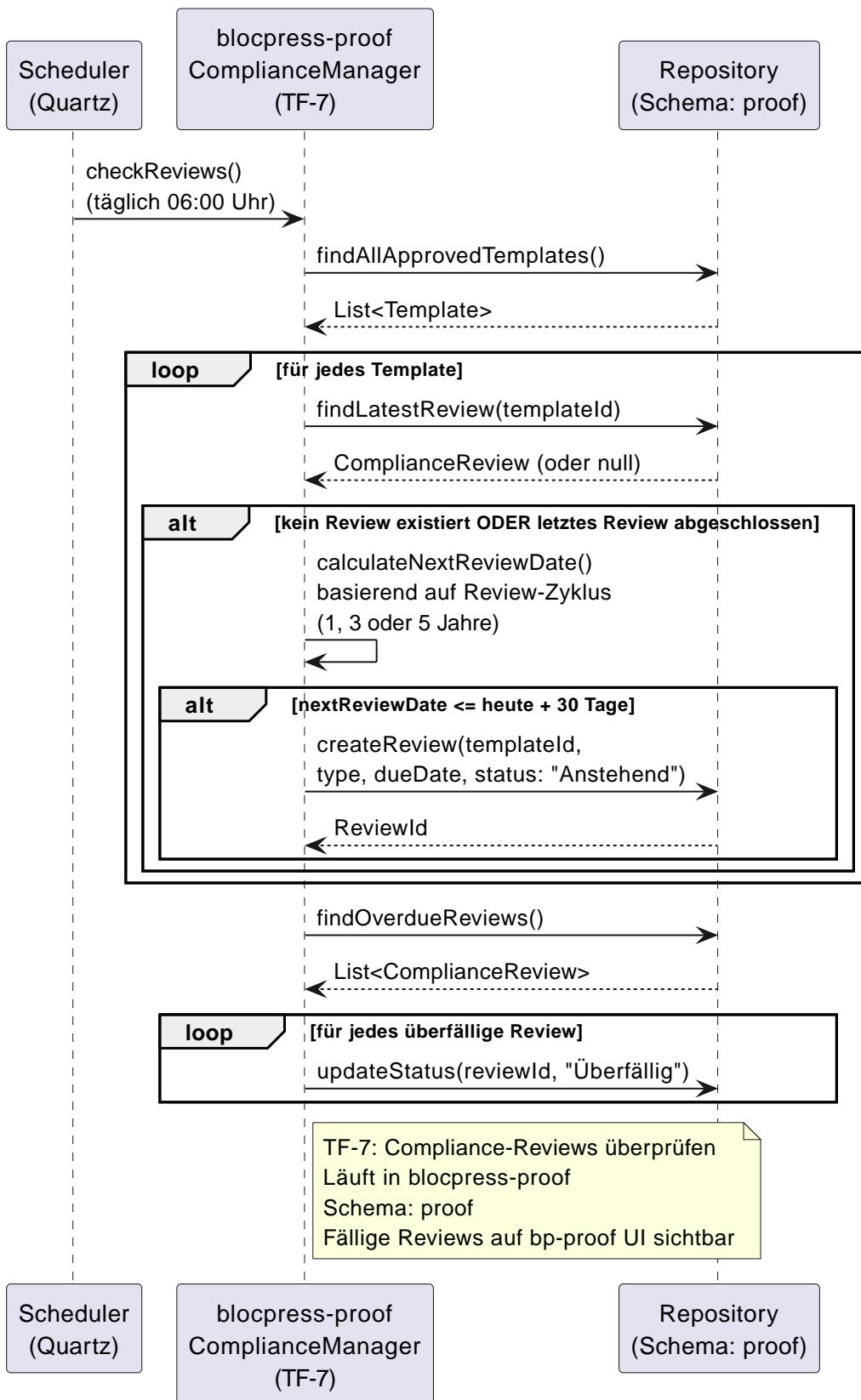
6.4. Stufenübergabe (workbench → proof → production)

Szenario: Template durchläuft den kompletten Lebenszyklus von Entwicklung über Prüfung bis zur Produktionsfreigabe



6.5. Compliance Review-Überwachung

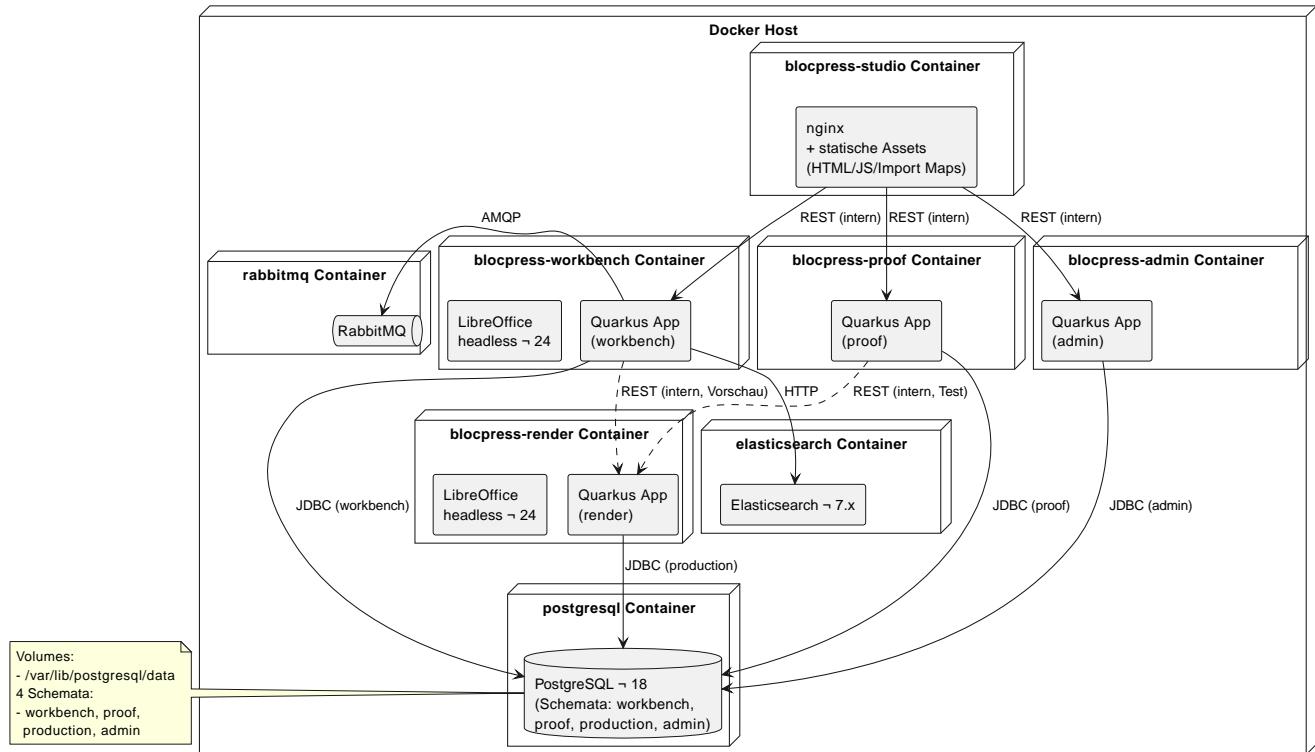
Szenario: Geplanter Job in blocpress-proof prüft täglich fällige Reviews (TF-7, UC-12)



7. Verteilungssicht

Systemarchitektur und Hardware-Elemente: [System Architecture im System Design Concept](#)

7.1. Infrastruktur Ebene 1 (Docker-Compose)



Deployment-Konfiguration (docker-compose.yml):

```
version: '3.8'
services:
  postgresql:
    image: postgres:18-alpine
    volumes:
      - postgres_data:/var/lib/postgresql/data
    environment:
      POSTGRES_DB: blocpress
      POSTGRES_USER: blocpress
      POSTGRES_PASSWORD: ${DB_PASSWORD}
    ports:
      - "5432:5432"

  rabbitmq:
    image: rabbitmq:3-management
    ports:
      - "5672:5672"
      - "15672:15672"

  elasticsearch:
    image: docker.elastic.co/elasticsearch/elasticsearch:8.11.0
```

```

environment:
  - discovery.type=single-node
  - ES_JAVA_OPTS=-Xms512m -Xmx512m
ports:
  - "9200:9200"

blocpress-studio:
  image: nginx:alpine
  volumes:
    - ./studio/dist:/usr/share/nginx/html
    - ./nginx.conf:/etc/nginx/nginx.conf
  ports:
    - "443:443"
depends_on:
  - blocpress-workbench
  - blocpress-proof
  - blocpress-admin

blocpress-workbench:
  build: ./blocpress-workbench
  depends_on:
    - postgresql
    - rabbitmq
    - elasticsearch
  environment:
    QUARKUS_DATASOURCE_JDBC_URL:
      jdbc:postgresql://postgresql:5432/blocpress?currentSchema=workbench
      RABBITMQ_HOST: rabbitmq
      ELASTICSEARCH_URL: http://elasticsearch:9200
      LIBREOFFICE_HOME: /usr/lib/libreoffice
      BLOCPRESS_RENDER_URL: http://blocpress-render:8083
      # OpenTelemetry (optional)
      # QUARKUS_OTEL_EXPORTER_OTLP_ENDPOINT: http://otel-collector:4317
  ports:
    - "8081:8081"

blocpress-proof:
  build: ./blocpress-proof
  depends_on:
    - postgresql
  environment:
    QUARKUS_DATASOURCE_JDBC_URL:
      jdbc:postgresql://postgresql:5432/blocpress?currentSchema=proof
      BLOCPRESS_RENDER_URL: http://blocpress-render:8083
      # QUARKUS_OTEL_EXPORTER_OTLP_ENDPOINT: http://otel-collector:4317
  ports:
    - "8082:8082"

blocpress-render:
  build: ./blocpress-render
  depends_on:

```

```

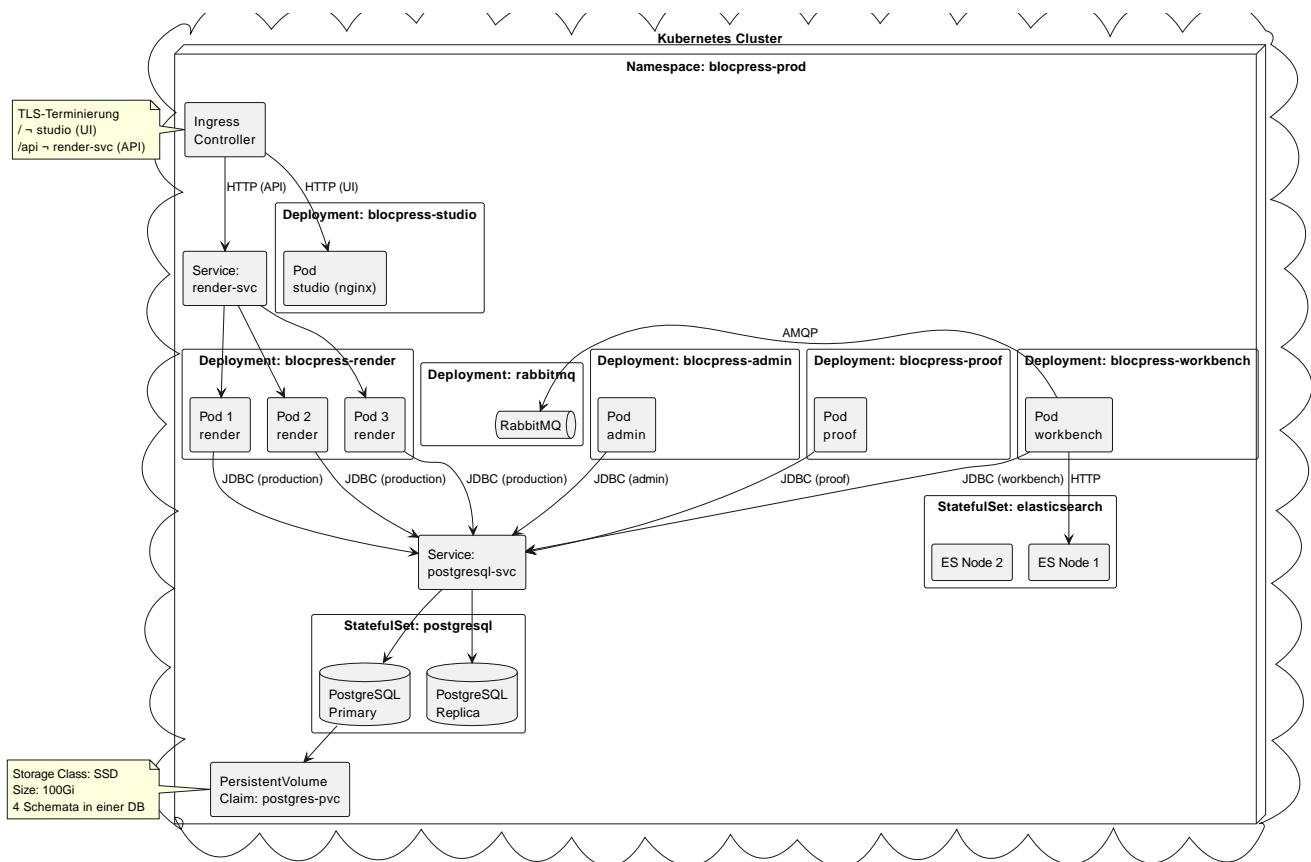
- postgresql
environment:
  QUARKUS_DATASOURCE_JDBC_URL:
    jdbc:postgresql://postgresql:5432/blocpress?currentSchema=production
    LIBREOFFICE_HOME: /usr/lib/libreoffice
    # QUARKUS_OTEL_EXPORTER_OTLP_ENDPOINT: http://otel-collector:4317
  ports:
    - "8083:8083"
  volumes:
    - libreoffice_cache:/tmp/libreoffice

blocpress-admin:
  build: ./blocpress-admin
  depends_on:
    - postgresql
  environment:
    QUARKUS_DATASOURCE_JDBC_URL:
      jdbc:postgresql://postgresql:5432/blocpress?currentSchema=admin
      # QUARKUS_OTEL_EXPORTER_OTLP_ENDPOINT: http://otel-collector:4317
  ports:
    - "8084:8084"

volumes:
  postgres_data:
  libreoffice_cache:

```

7.2. Infrastruktur Ebene 2 (Kubernetes - Produktiv)



Kubernetes-Konfiguration (deployment.yaml — Beispiel blocpress-render):

```

apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: blocpress-render
  namespace: blocpress-prod
spec:
  replicas: 3
  selector:
    matchLabels:
      app: blocpress-render
  template:
    metadata:
      labels:
        app: blocpress-render
    spec:
      containers:
        - name: blocpress-render
          image: blocpress/render:1.0.0
          ports:
            - containerPort: 8083
          env:
            - name: QUARKUS_DATASOURCE_JDBC_URL
              value: jdbc:postgresql://postgresql-
svc:5432/blocpress?currentSchema=production
            - name: LIBREOFFICE_HOME

```

```

  value: /usr/lib/libreoffice
# OpenTelemetry (optional)
# - name: QUARKUS_OTEL_EXPORTER_OTLP_ENDPOINT
#   value: http://otel-collector-svc:4317
resources:
  requests:
    memory: "2Gi"
    cpu: "1"
  limits:
    memory: "4Gi"
    cpu: "2"
livenessProbe:
  httpGet:
    path: /q/health/live
    port: 8083
  initialDelaySeconds: 30
  periodSeconds: 10
readinessProbe:
  httpGet:
    path: /q/health/ready
    port: 8083
  initialDelaySeconds: 10
  periodSeconds: 5

```

NOTE Die übrigen SCS-Module (workbench, proof, admin) werden analog konfiguriert, jeweils mit eigenem Schema und Port. blocpress-render ist das einzige Modul mit mehreren Replicas, da es die lastintensive Dokumentengenerierung übernimmt.

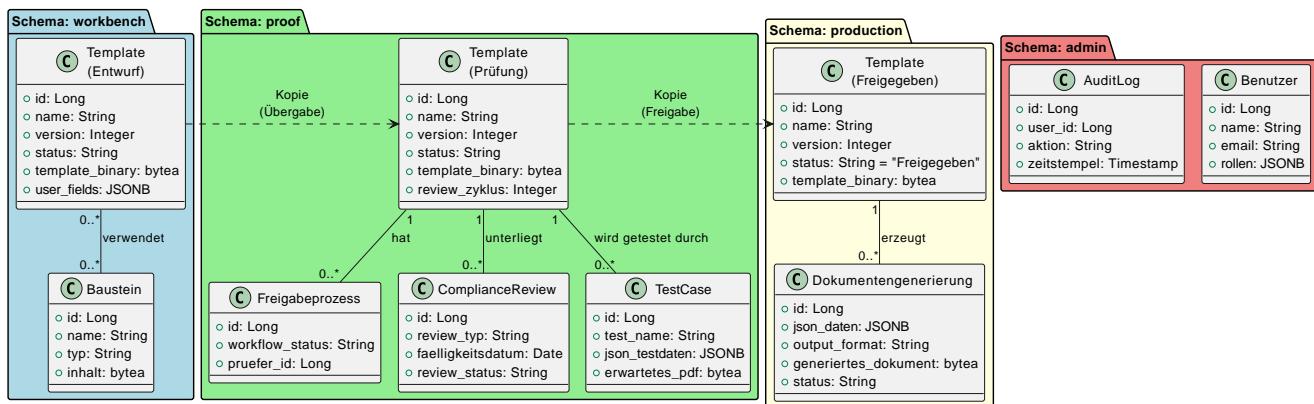
Qualitätsmerkmale der Verteilungssicht:

- **Skalierbarkeit:** blocpress-render separat skalierbar (3+ Replicas), übrige Module mit 1 Replica
- **Verfügbarkeit:** PostgreSQL mit Primary-Replica-Setup, Elasticsearch mit 2 Nodes
- **Performance:** SSD-Storage für PostgreSQL, Connection Pooling pro Modul, Load Balancing für render
- **Überwachbarkeit:** Liveness-/Readiness-Probes je Modul, OpenTelemetry für Traces/Metriken/Logs (optional)
- **Unabhängigkeit:** Jedes SCS-Modul kann unabhängig deployed und aktualisiert werden

8. Querschnittliche Konzepte

Detaillierte Entities: [Entities im Element Design Concept](#) | Geschäftsentitäten: [Information Architecture im Solution Design Concept](#)

8.1. Domänenmodell



NOTE Die Template-Tabelle existiert mit identischer Struktur in allen drei fachlichen Schemata (workbench, proof, production). Die Stufenübergabe erfolgt als Datenkopie zwischen den Schemata.

8.2. Benutzerverwaltung und Sicherheit

Authentifizierung (JWT-basiert):

- blocpress-studio (Portal-Shell) übernimmt die Authentifizierung und hält das JWT
- Jedes SCS-Modul validiert JWTs eigenständig via Quarkus SmallRye JWT Extension
- JWT wird von der Studio-Shell als Property an die Web Components weitergereicht: <bp-workbench jwt="\${token}"></bp-workbench>
- Web Components senden das JWT als **Authorization: Bearer** Header bei REST-Aufrufen an ihr Backend
- Issuer und Public Key werden in jeder **application.properties** konfiguriert (**mp.jwt.verify.issuer**, **mp.jwt.verify.publickey.location**)
- Kompatibel mit jedem IdP, der JWTs ausstellt — nur Public Key und Issuer müssen konfiguriert werden

Autorisierung:

Rollenbasierte Zugriffskontrolle (RBAC) — konsolidierte Rollen:

| Rolle | Berechtigungen | SCS-Modul / Use Cases |
|-------------------|--|---|
| Template-Designer | Template erstellen, bearbeiten, einreichen, Bausteine verwalten, Suche | blocpress-workbench: UC-1 bis UC-5, UC-19 bis UC-21 |

| Rolle | Berechtigungen | SCS-Modul / Use Cases |
|--------------------------------------|---|---|
| Prüfer (QM / Freigeber / Compliance) | Templates prüfen, freigeben/ablehnen, Compliance-Reviews durchführen, Tests verwalten und ausführen | blocpress-proof: UC-6 bis UC-9, UC-11 bis UC-18 |
| Administrator | Benutzer verwalten, Rollen zuweisen, System konfigurieren | blocpress-admin: UC-22 bis UC-24 |
| API-Konsument | Dokumente generieren (nur via öffentliche API) | blocpress-render: POST /api/documents/generate |

Sicherheitskonzepte:

- **Vier-Augen-Prinzip:** Technisch erzwungen in TF-2 (blocpress-proof): `userId != template.erstellerId`
- **API-Rate-Limiting:** 1.000 Requests/h pro API-Key (für blocpress-render)
- **HTTPS/TLS:** Alle externen Verbindungen verschlüsselt
- **JWT-Weitergabe:** Über Web Component Properties — kein LocalStorage, kein Cookie
- **Schema-Isolation:** Jedes SCS-Modul hat nur Zugriff auf sein eigenes Datenbank-Schema
- **SQL-Injection-Schutz:** Prepared Statements, JPA/Hibernate
- **DSGVO-Compliance:** Löschfunktion für personenbezogene Daten in E-3, E-6

8.3. Persistenz und Storage

Multi-Schema-Architektur:

Alle SCS-Module teilen sich eine PostgreSQL-Instanz, nutzen aber jeweils ein eigenes Schema:

| Schema | SCS-Modul | Enthaltene Entities |
|-------------------------|---------------------|---|
| <code>workbench</code> | blocpress-workbench | Template (Entwurf), Baustein, Template-Baustein-Zuordnung |
| <code>proof</code> | blocpress-proof | Template (Prüfung), Freigabeprozess, ComplianceReview, TestCase, Testpool |
| <code>production</code> | blocpress-render | Template (Freigegeben), Dokumentengenerierung |
| <code>admin</code> | blocpress-admin | Benutzer, AuditLog |

Die Template-Tabelle hat in allen drei fachlichen Schemata eine identische Struktur. Dies ermöglicht die kopie-basierte Stufenübergabe: `INSERT INTO proof.templates SELECT ... FROM workbench.templates WHERE id = ?.`

Storage Abstraction Layer:

```
public interface StorageService {
```

```

    StorageId save(byte[] data, String key);
    byte[] load(StorageId id);
    void delete(StorageId id);
}

```

Jedes SCS-Modul nutzt eine eigene **StorageService**-Instanz, die auf das jeweilige Schema zugreift.

Datenbank-Schema (Auszug — Schema: workbench):

```

CREATE SCHEMA workbench;

CREATE TABLE workbench.templates (
    id BIGSERIAL PRIMARY KEY,
    name VARCHAR(255) NOT NULL,
    version INTEGER NOT NULL,
    status VARCHAR(50) NOT NULL,
    ersteller_id BIGINT,           -- Referenz auf admin.benutzer (JWT sub)
    template_binary BYTEA,
    user_fields JSONB,
    review_zyklus INTEGER,
    created_at TIMESTAMP DEFAULT NOW()
);

-- Identische Struktur in proof und production:
-- CREATE SCHEMA proof;
-- CREATE TABLE proof.templates (...);
-- CREATE SCHEMA production;
-- CREATE TABLE production.templates (...);

```

Schema-Konfiguration pro Modul:

```

# blocpress-workbench
quarkus.datasource.jdbc.url=jdbc:postgresql://localhost:5432/blocpress?currentSchema=workbench

# blocpress-proof
quarkus.datasource.jdbc.url=jdbc:postgresql://localhost:5432/blocpress?currentSchema=proof

# blocpress-render
quarkus.datasource.jdbc.url=jdbc:postgresql://localhost:5432/blocpress?currentSchema=production

```

Transaktionsmanagement:

- JTA-Transaktionen für atomare Operationen innerhalb eines Schemas
- Stufenübergabe (Cross-Schema-Kopie) erfolgt über interne REST-APIs, nicht über Cross-Schema-SQL

- Isolation Level: READ_COMMITTED
- Rollback bei Fehlern in Use Cases

8.4. Micro-Frontend-Architektur (Web Components)

blocpress-studio ist die Portal-Shell, die Micro-Frontends der SCS-Module als Web Components integriert.

Prinzip:

- Jedes SCS-Modul liefert ein JavaScript-Bundle mit Custom Elements (z.B. `<bp-workbench>`, `<bp-proof>`, `<bp-admin>`)
- Die Web Components nutzen Shadow DOM für vollständige CSS- und DOM-Kapselung
- Studio lädt die Bundles dynamisch via Import Maps

Import Map (Beispiel):

```
<script type="importmap">
{
  "imports": {
    "bp-workbench": "/modules/workbench/bp-workbench.js",
    "bp-proof": "/modules/proof/bp-proof.js",
    "bp-admin": "/modules/admin/bp-admin.js"
  }
}
</script>
```

JWT-Weitergabe:

```
<!-- Studio-Shell: JWT als Property an Web Component -->
<bp-workbench jwt="${currentUser.token}"></bp-workbench>
```

```
// Web Component: JWT empfangen und für REST-Aufrufe verwenden
class BpWorkbench extends HTMLElement {
  static get observedAttributes() { return ['jwt']; }

  attributeChangedCallback(name, oldVal, newVal) {
    if (name === 'jwt') this._jwt = newVal;
  }

  async fetchTemplates() {
    const res = await fetch('/api/workbench/templates', {
      headers: { 'Authorization': `Bearer ${this._jwt}` }
    });
    // ...
  }
}
```

```

    }
customElements.define('bp-workbench', BpWorkbench);

```

Vorteile:

- Vollständige UI-Isolation: CSS und DOM eines Moduls beeinflussen andere Module nicht
- Unabhängiges Deployment: Web Component-Bundles können einzeln aktualisiert werden
- Framework-Freiheit: Jedes Modul kann intern ein beliebiges UI-Framework verwenden
- JWT-Sicherheit: Token wird als Property übergeben, nicht im LocalStorage

8.5. Template-Verarbeitung mit LibreOffice

LibreOffice-Integration:

```

public class LibreOfficeProcessor {
    private XComponentLoader componentLoader;

    public ValidationResult validateTemplate(byte[] odtBinary) {
        // 1. Lade ODT über LibreOffice UNO-API
        XComponent doc = componentLoader.loadComponentFromURL(...);

        // 2. Extrahiere User-Fields
        XTextFieldsSupplier fieldsSupplier = (XTextFieldsSupplier) doc;
        XNameAccess fields = fieldsSupplier.getTextFields();

        // 3. Identifizierte Wiederholungsgruppen (Sections/Tables)
        XTextSectionsSupplier sectionsSupplier = (XTextSectionsSupplier) doc;

        // 4. Validiere Punkt-Notation in Field-Namen
        // z.B. "kunde.name" ist valide, "kunde name" ist invalide

        return new ValidationResult(...);
    }

    public byte[] generateDocument(Template template,
                                   String jsonData,
                                   OutputFormat format) {
        // 1. Parse JSON zu Map/Object
        JsonNode json = objectMapper.readTree(jsonData);

        // 2. Öffne Template
        XComponent doc = loadTemplate(template.getTemplateBinary());

        // 3. Befülle User-Fields
        for (UserField field : template.getUserFields()) {
            String value = resolveJsonPath(json, field.getName());
            setFieldValue(doc, field.getName(), value);
        }
    }
}

```

```

    // 4. Iteriere Wiederholungsgruppen
    for (RepetitionGroup group : template.getRepetitionGroups()) {
        JsonNode array = resolveJsonPath(json, group.getArrayRef());
        duplicateAndFillGroup(doc, group, array);
    }

    // 5. Evaluiere IF-Bedingungen
    evaluateConditions(doc, json);

    // 6. Exportiere
    return exportDocument(doc, format); // ODT/PDF/RTF
}
}

```

Determinismus:

- Keine Zufallswerte, keine Zeitstempel in Template-Verarbeitung
- Sortierung von Arrays im JSON konsistent (z.B. nach ID)
- LibreOffice-Version fixiert (≥ 24)
- Gleiche Template-Binärdaten + gleiche JSON-Daten = gleiches Ausgabedokument

8.6. Asynchrone Verarbeitung

Message Queue Pattern:

```

// Producer (UC-10: Testdokument generieren)
public class DocumentService {
    @Inject
    MqttClient mqttClient;

    public GenerationId generateDocument(Long templateId,
                                         String jsonData,
                                         OutputFormat format) {
        // 1. Erstelle Generierungs-Record
        Dokumentengenerierung gen = new Dokumentengenerierung();
        gen.setStatus("In Bearbeitung");
        repository.save(gen);

        // 2. Sende Message an Queue
        GenerationMessage msg = new GenerationMessage(
            gen.getId(), templateId, jsonData, format);
        mqttClient.send("document.generation", msg);

        return gen.getId();
    }
}

```

```

// Consumer (Worker)
@ApplicationScoped
public class DocumentWorker {
    @Inject
    LibreOfficeProcessor processor;

    @Incoming("document.generation")
    public void processGeneration(GenerationMessage msg) {
        try {
            Template template = loadTemplate(msg.getTemplateId());
            byte[] doc = processor.generateDocument(
                template, msg.getJsonData(), msg.getFormat());

            storageService.save(doc, ...);
            updateStatus(msg.getGenerationId(), "Erfolgreich");
        } catch (Exception e) {
            updateStatus(msg.getGenerationId(), "Fehlgeschlagen");
            log.error("Generation failed", e);
        }
    }
}

```

Vorteile:

- Nicht-blockierend: API gibt sofort GenerationId zurück
- Skalierbar: Worker-Pool kann unabhängig skaliert werden
- Fehlertoleranz: Retry-Mechanismus bei Fehlern
- Entkopplung: Producer und Consumer unabhängig deploybar

8.7. Observability (OpenTelemetry)

Alle SCS-Module nutzen **Quarkus OpenTelemetry** ([quarkus-opentelemetry](#)) für die Erfassung von Traces, Metriken und Logs. Die Integration ist vendor-neutral und erfordert vom Betreiber lediglich die Konfiguration eines OTLP-Endpunkts.

Auto-Instrumentation:

Quarkus instrumentiert automatisch:

- REST-API-Aufrufe (Eingangs-Requests und ausgehende HTTP-Calls)
- JDBC-Datenbankzugriffe (PostgreSQL)
- Message-Queue-Operationen (RabbitMQ/Kafka)

Für diese Standardmetriken und Traces ist kein eigener Code erforderlich.

Konfiguration:

```

# OpenTelemetry aktivieren (optional – ohne Endpoint werden keine Daten exportiert)
quarkus.otel.exporter.otlp.endpoint=http://otel-collector:4317

# Service-Name für Traces und Metriken
quarkus.otel.resource.attributes=service.name=blocpress-workbench # bzw. -proof,
-render, -admin

# Logging: Standard Quarkus JSON-Logging, wird durch OTel-Kontext (Trace-ID, Span-ID)
angereichert
quarkus.log.console.format=%d{yyyy-MM-dd HH:mm:ss} %-5p traceId=%X{traceId} [%c]
%5%e%n

```

Optionalität:

Wird kein `quarkus.otel.exporter.otlp.endpoint` konfiguriert, ist OpenTelemetry deaktiviert — die SCS-Module laufen ohne externe Monitoring-Abhängigkeit. Der Betreiber kann jeden OTLP-kompatiblen Collector einsetzen (z.B. Grafana Alloy, Jaeger, Datadog Agent).

Audit-Logging:

Audit-Logging für Compliance-relevante Aktionen (Freigaben, Reviews, Statusänderungen) ist ein eigenständiges Konzept und unabhängig von OpenTelemetry. Audit-Einträge werden in einer separaten, nicht modifizierbaren Datenbanktabelle gespeichert (User-ID, Zeitstempel, Aktion, alte/neue Werte).

Health-Checks:

Quarkus stellt Liveness- und Readiness-Probes automatisch bereit ([/q/health/live](#), [/q/health/ready](#)). Diese sind unabhängig von OpenTelemetry und erfordern keine zusätzliche Konfiguration.

9. Architekturentscheidungen

Zugehörige Constraints: [Constraints im Element Design Concept](#) | [Constraints im System Design Concept](#)

9.1. ADR-001: Binärdaten in PostgreSQL statt S3

Status: Akzeptiert

Kontext:

Wir müssen entscheiden, wo Template-Binärdaten (ODT), generierte Dokumente (PDF/RTF) und Test-Baselinses (PDF) gespeichert werden. Optionen: PostgreSQL (bytea) oder S3-kompatibler Object Storage.

Entscheidung:

Speicherung in PostgreSQL bytea-Spalten. Erwartetes Datenvolumen: < 5.000 Dokumente + Templates.

Begründung:

- **Einfachheit:** Keine zusätzliche Infrastruktur-Komponente
- **Transaktionalität:** Metadaten + Binärdaten in einer Transaktion
- **Performance:** Bei < 5.000 Dokumenten ist PostgreSQL performant genug
- **Kosteneffizienz:** Kein separater S3-Service notwendig
- **Zukunftssicherheit:** Storage Abstraction Layer ermöglicht späteren Wechsel zu S3

Konsequenzen:

- Positiv: Einfacheres Deployment, weniger Moving Parts, ACID-Garantien
- Negativ: PostgreSQL-Backup größer, bei > 5.000 Dokumenten Migration zu S3 notwendig
- Mitigation: Storage Abstraction Layer implementiert, Migration zu S3 vorbereitet

9.2. ADR-002: Quarkus statt Spring Boot

Status: Akzeptiert

Kontext:

Wahl des Java-Frameworks für die SCS-Module. Optionen: Spring Boot, Quarkus, Micronaut.

Entscheidung:

Quarkus Framework

Begründung:

- **Performance:** Schnellere Startup-Zeit (< 1s vs. 5-10s bei Spring Boot)
- **Memory-Footprint:** Geringerer RAM-Verbrauch (wichtig bei Container-Deployment)
- **Cloud-Native:** Entwickelt für Kubernetes, native Kompilierung möglich (GraalVM)
- **Developer Experience:** Live-Reload, Dev-Services, gute Dokumentation
- **Standards:** Jakarta EE, MicroProfile (nicht vendor-locked)

Konsequenzen:

- Positiv: Bessere Container-Performance, niedrigere Infrastruktur-Kosten
- Negativ: Kleineres Ökosystem als Spring Boot, weniger Extensions

9.3. ADR-003: Asynchrone Dokumentengenerierung

Status: Akzeptiert

Kontext:

Dokumentengenerierung kann 5-30 Sekunden dauern. Soll der REST-API-Call blockieren oder asynchron sein?

Entscheidung:

Asynchrone Verarbeitung über Message Queue (RabbitMQ/Kafka)

Begründung:

- **Responsiveness:** API gibt sofort (< 100ms) GenerationId zurück
- **Skalierbarkeit:** Worker-Pool kann unabhängig von API-Servern skaliert werden
- **Fehlertoleranz:** Retry-Mechanismus bei LibreOffice-Fehlern
- **Monitoring:** Queue-Länge zeigt System-Last

Konsequenzen:

- Positiv: Bessere User Experience, horizontal skalierbar
- Negativ: Komplexere Architektur, Client muss pollen oder WebSocket nutzen
- Mitigation: Klares API-Design (202 Accepted, Polling-Endpoint)

9.4. ADR-004: Elasticsearch für Content Search

Status: Akzeptiert

Kontext:

Volltextsuche über alle Templates nach fachlichen Konstrukten. Optionen: PostgreSQL Full-Text-Search, Elasticsearch, Apache Solr.

Entscheidung:

Elasticsearch ≥ 7.x

Begründung:

- **Performance:** Sub-2-Sekunden-Suche auch bei 1.000+ Templates
- **Relevanz:** Besseres Ranking als PostgreSQL FTS
- **Highlighting:** Zeigt Treffer im Kontext
- **Skalierbarkeit:** Horizontal skalierbar (mehrere Nodes)
- **Reife:** Bewährte Technologie, große Community

Konsequenzen:

- Positiv: Exzellente Suchperformance und -qualität
- Negativ: Zusätzliche Infrastruktur-Komponente, höhere Komplexität
- Risiko: Eventual Consistency (Index kann wenige Sekunden verzögert sein)

9.5. ADR-005: LibreOffice headless statt Cloud-Conversion-Service

Status: Akzeptiert

Kontext:

Template-Verarbeitung und Dokumentengenerierung. Optionen: LibreOffice headless (self-hosted), Cloud-Conversion-Service (z.B. Aspose, CloudConvert).

Entscheidung:

LibreOffice ≥ 24 headless, integriert in blocpress-render (Format-Export). blocpress-workbench nutzt blocpress-core für Validierung ohne LibreOffice

Begründung:

- **Kosteneffizienz:** Keine Lizenzkosten, keine API-Kosten
- **Datenschutz:** Templates verlassen nicht die eigene Infrastruktur
- **Kontrolle:** Vollständige Kontrolle über Verarbeitungs-Pipeline
- **Determinismus:** LibreOffice-Version fixiert, reproduzierbare Ergebnisse
- **ODT-Support:** Native Unterstützung für OpenDocument-Format

Konsequenzen:

- Positiv: Keine externe Abhängigkeit, DSGVO-konform, kosteneffizient
- Negativ: LibreOffice-Deployment komplex, Memory-Verbrauch höher

- Risiko: LibreOffice-Bugs, Performance-Tuning notwendig

9.6. ADR-006: Self-Contained Systems (SCS) statt Monolith

Status: Akzeptiert

Kontext:

blocpress wurde initial als monolithische Quarkus-Anwendung (blocpress-server) konzipiert. Mit wachsender fachlicher Komplexität (Template-Entwicklung, Prüfung/Freigabe, Compliance, Administration, Dokumentengenerierung) entstehen enge Kopplung und erschwert die Wartbarkeit. Es soll eine Zerlegung in unabhängig wartbare Module erfolgen.

Entscheidung:

Zerlegung in fünf Self-Contained Systems (SCS) mit eigener UI, eigenem Backend und eigenem Datenbank-Schema:

- **blocpress-studio** — Portal-Shell (Navigation, Auth, Micro-Frontend-Integration)
- **blocpress-workbench** — Template-Entwicklung (Dev-Stufe)
- **blocpress-proof** — Prüfung, Freigabe, Compliance, Tests (QA-Stufe)
- **blocpress-render** — Dokumentengenerierung (Einzig öffentliche API, Production-Stufe)
- **blocpress-admin** — Benutzerverwaltung, Systemkonfiguration

Gemeinsame Logik (ODT-Parsing, Validierung, Merge-Pipeline) wird in **blocpress-core** als Shared Java-Library bereitgestellt und von blocpress-workbench und blocpress-render als Maven-Abhängigkeit genutzt.

Drei Datenstufen mit kopie-basierter Übergabe: workbench → proof → production.

Begründung:

- **Wartbarkeit:** Jedes Modul kann unabhängig entwickelt, getestet und deployed werden
- **Team-Ownership:** Module können von verschiedenen Teams verantwortet werden
- **Skalierbarkeit:** blocpress-render (lastintensiv) kann separat skaliert werden
- **Fachliche Kohäsion:** Jedes Modul kapselt einen klar abgegrenzten fachlichen Bereich
- **UI-Isolation:** Web Components mit Shadow DOM verhindern CSS/DOM-Konflikte

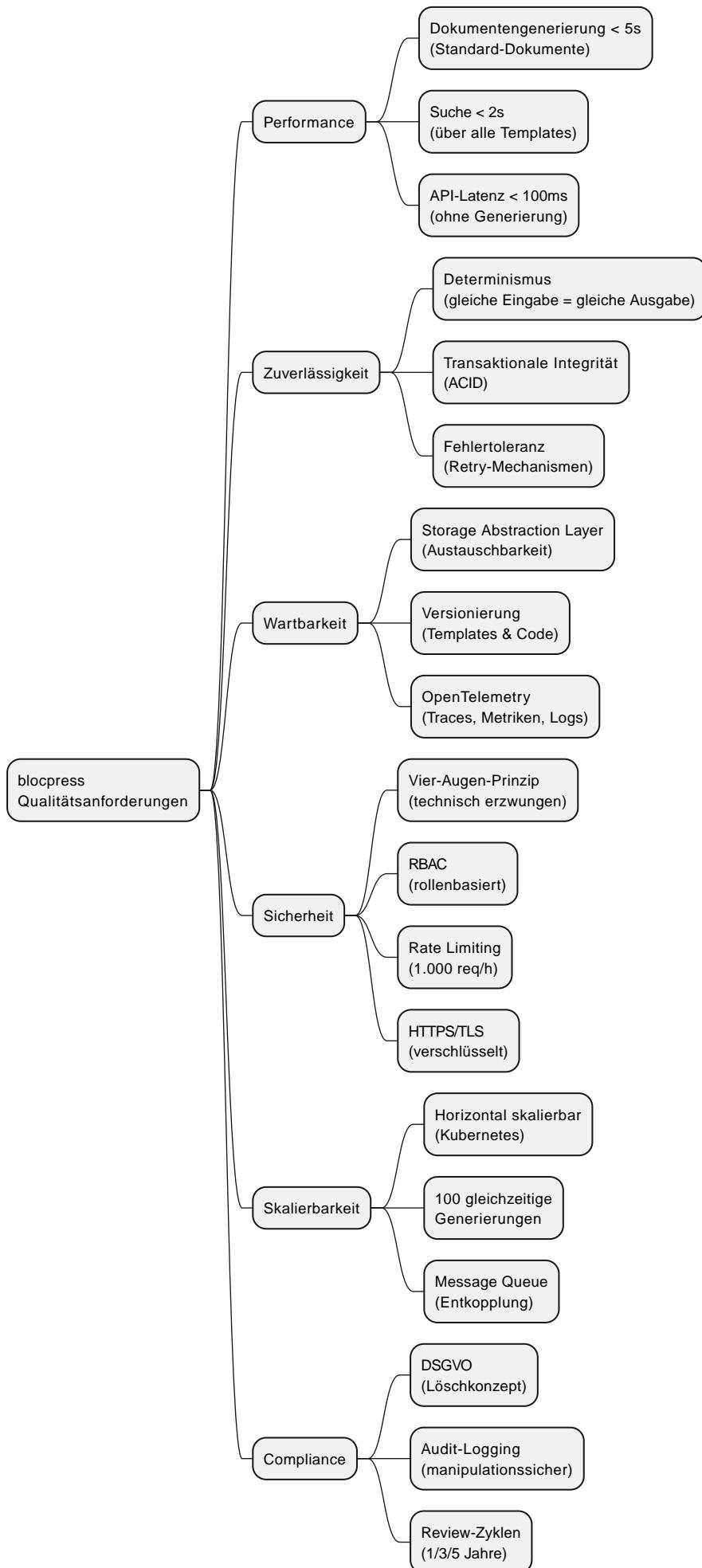
Konsequenzen:

- Positiv: Bessere Wartbarkeit, unabhängige Deployments, gezielte Skalierung, klare Ownership
- Negativ: Höhere Deployment-Komplexität (5 Container statt 1), Datenredundanz durch Kopien, Cross-Schema-Kommunikation über REST statt direkte DB-Zugriffe
- Mitigation: Gemeinsame PostgreSQL-Instanz reduziert Infrastruktur-Overhead, Docker-Compose/Kubernetes-Konfiguration automatisiert Deployment

10. Qualitätsanforderungen

Qualitätsanforderungen auf Fachebene: Quality Requirements im Solution Design Concept | auf Systemebene: Quality Requirements im System Design Concept | auf Elementebene: Quality Requirements im Element Design Concept

10.1. Qualitätsbaum



10.2. Qualitätsszenarien

| Qualitätsziei l | Szenario | Stimulus | Response |
|--------------------|--------------------------------|---|---|
| Performance | Standard-Dokumentengenerierung | Externe Anwendung sendet Request mit Template (20 Seiten) und JSON-Daten | Dokument wird innerhalb von 5 Sekunden generiert und zurückgegeben |
| Performance | Volltextsuche | Template-Designer sucht nach "Beitragsanpassung" (1.000 Templates im Index) | Suchergebnisse werden innerhalb von 2 Sekunden angezeigt |
| Zuverlässigkeit | Deterministische Generierung | Gleiches Template + gleiche JSON-Daten, zweimal aufgerufen | Beide generierten PDFs sind Byte-für-Byte identisch (Regressionstests bestätigen) |
| Zuverlässigkeit | Transaktionale Integrität | Template-Freigabe schlägt fehl (z.B. DB-Fehler nach Status-Update) | Komplettes Rollback: Template behält alten Status, kein Freigabeprozess-Eintrag erstellt |
| Wartbarkeit | Storage-Austausch | Migration von PostgreSQL bytea zu S3 | Storage Abstraction Layer ermöglicht Implementierungswechsel ohne Änderungen in Use Cases/TFs |
| Wartbarkeit | Template-Versionierung | Template wird geändert | Neue Version wird erstellt, alte Version bleibt verfügbar, Änderungen nachvollziehbar |
| Sicherheit | Vier-Augen-Prinzip | Designer versucht, sein eigenes Template freizugeben | TF-2 verweigert Freigabe mit Fehlermeldung "Designer darf nicht freigeben (Vier-Augen-Prinzip)" |
| Sicherheit | API-Rate-Limiting | Anwendung sendet 1.500 Requests in 1 Stunde | Nach 1.000 Requests: HTTP 429 Too Many Requests |
| Skalierbarkeit | Horizontale Skalierung | 150 gleichzeitige Dokumentengenerierungen | Kubernetes skaliert auf 5 blocpress-render Pods, Queue puffert Last, alle Requests erfolgreich |

| Qualitätsziei l | Szenario | Stimulus | Response |
|------------------------|---------------------------------|--|---|
| Skalierbarkeit | Message Queue Entkopplung | 100 Generierungsanfragen in 10 Sekunden | API nimmt alle Anfragen an (< 100ms Response), Queue verarbeitet asynchron |
| Compliance | DSGVO-Löschtung | Administrator löscht personenbezogene Daten in Test Cases | JSON-Testdaten werden aus E-6 entfernt, Test-PDFs anonymisiert oder gelöscht |
| Compliance | Turnusmäßiges Review | Template mit 3-Jahres-Zyklus ist seit 3 Jahren freigegeben | Compliance Manager erstellt automatisch Review-Aufgabe, fälliges Review ist auf UI-3 sichtbar |
| Benutzbarkeit | Template-Upload mit Validierung | Designer lädt Template mit ungültigen User-Fields hoch | System zeigt klare Validierungsfehler ("Field 'kunde name' enthält Leerzeichen, Punkt-Notation erforderlich") |
| Übertragbarkeit | Docker-Deployment | blocpress soll in neuer Umgebung deployed werden | docker-compose up startet alle Services, keine manuellen Konfigurationsschritte |

11. Risiken und technische Schulden

11.1. Risiken

| ID | Risiko | Wahrscheinlichkeit | Auswirkung | Maßnahme |
|-----|---|--------------------|---|--|
| R-1 | LibreOffice Memory Leaks: LibreOffice headless kann bei Langzeitbetrieb Memory Leaks entwickeln | Mittel | Hoch (Out-of-Memory, Systemausfall) | - Regelmäßiger Neustart von LibreOffice-Instanzen nach X Generierungen - Memory-Monitoring - Container-Restart bei Memory-Limit |
| R-2 | PostgreSQL bytea Performance: Bei > 5.000 Dokumenten kann Performance von PostgreSQL bytea degradieren | Hoch | Mittel (Langsamere Queries) | - Storage Abstraction Layer bereits implementiert - Migration zu S3 vorbereitet - Monitoring der DB-Performance |
| R-3 | Determinismus-Verlust: LibreOffice-Updates können Rendering ändern, Determinismus brechen | Mittel | Hoch (Regressionstests schlagen fehl) | - LibreOffice-Version in Dockerfile fixieren - Regressionstests bei jedem LibreOffice-Update - Baseline-PDFs bei bewusstem Update neu generieren |
| R-4 | Message Queue Single Point of Failure: Wenn RabbitMQ ausfällt, keine asynchrone Verarbeitung möglich | Niedrig | Hoch (Keine Dokumentengenerierung) | - RabbitMQ Cluster (3 Nodes) - Persistent Messages - Monitoring & Alerting |
| R-5 | Elasticsearch Eventual Consistency: Index kann wenige Sekunden verzögert sein | Hoch | Niedrig (Nutzer findet neu hochgeladenes Template nicht sofort) | - User informieren ("Index wird aktualisiert, Template erscheint in ca. 10 Sekunden") - Refresh-Button in UI |
| R-6 | Compliance Review-Backlog: Viele Templates werden gleichzeitig fällig | Mittel | Mittel (Compliance-Reviewer überlastet) | - Frühwarnung (30 Tage im Voraus) - Priorisierung nach Kritikalität - Eskalation bei Überschreitung |

| ID | Risiko | Wahrscheinlichkeit | Auswirkung | Maßnahme |
|-----|---|--------------------|-----------------------------------|--|
| R-7 | LibreOffice-API Breaking Changes: LibreOffice-Updates können UNO-API ändern | Niedrig | Hoch (Code-Anpassungen notwendig) | - Versionsfixierung - Umfassende Integration-Tests - Update-Strategie dokumentiert |

11.2. Technische Schulden

| ID | Technische Schuld | Auswirkung | Refactoring-Plan |
|---|--|--|--|
| TD-1 | Fehlende Caching-Strategie: Templates werden bei jeder Generierung aus DB geladen | Performance: Unnötige DB-Last, langsamere Generierung | - Caffeine Cache für Templates implementieren - Cache-Invalidierung bei Template-Update - TTL: 1 Stunde |
| TD-2 | Keine Batch-Generierung: API unterstützt nur Single-Document-Generation | Effizienz: Viele API-Calls für Batch-Szenarien | - Batch-Endpoint hinzufügen: POST /api/documents/batch - Array von Generierungs-Requests - Transaktional verarbeiten |
| TD-3 | Hartcodierte LibreOffice-Pfade: LibreOffice-Installation fest in Code | Wartbarkeit: Erschwert Deployment in verschiedenen Umgebungen | - Pfad als Environment-Variable - Auto-Detection von LibreOffice - Fallback-Mechanismus |
| TD-4 | Fehlende WebSocket-Unterstützung: Client muss für Generierungs-Status pollen | Benutzbarkeit: Höhere Last, langsameres Feedback | - WebSocket-Endpoint für Status-Updates - Server-Sent Events (SSE) als Alternative |
| Geplant für Release 2.0 | TD-5 | Kein PDF-Differenz-Highlighting: TF-6 gibt nur Text-Unterschiede zurück | Testbarkeit: Test-Manager muss Unterschiede manuell finden |
| - PDF-Differenz visuell markieren (z.B. rote Umrandung) - Screenshot-Diff als Zusatzfreature | Geplant für Release 1.5 | TD-6 | Fehlende Template-Preview: Nutzer sehen Template erst nach Download |

| ID | Technische Schuld | Auswirkung | Refactoring-Plan |
|--|---|--|-------------------------|
| Benutzbarkeit: Umständlicher Workflow | - Template-Preview in Web-UI (PDF-Rendering) - Thumbnail-Generierung | Nice-to-have | TD-7 |
| Keine Versionsverwaltung für Bausteine: Bausteine haben Version, aber keine Historie | Wartbarkeit: Änderungen an Bausteinen nicht nachvollziehbar | - Baustein-Versionierung wie bei Templates - Historie-View in UI | Geplant für Release 2.0 |

12. Glossar

| Begriff | Definition |
|-------------------------------------|---|
| Baustein | Wiederverwendbares LibreOffice-Fragment (ODT), das in mehreren Templates eingebunden werden kann (z.B. Standardfußzeile, AGBs). Verwaltet in blocpress-workbench. Entity E-2. |
| Baseline-PDF | Erwartetes PDF-Ergebnis eines Test Cases, gegen das aktuelle Generierungen verglichen werden. Verwaltet in blocpress-proof. |
| blocpress-admin | SCS-Modul für Administration: Benutzerverwaltung, Rollenzuweisung, Systemkonfiguration, Audit-Logs. Schema: admin . |
| blocpress-core | Shared Java-Library (Maven-Abhängigkeit, kein eigenständiger Container): ODT-Parsing (odfdom), Template-Validierung, Merge-Pipeline (Text-Block-Expansion, Bedingungen, Schleifen, Feldersetzung). Wird von blocpress-workbench (Validierung) und blocpress-render (Merge + Generierung) genutzt. Keine LibreOffice-Abhängigkeit. |
| blocpress-proof | SCS-Modul für Prüfung und Freigabe: Workflow, Compliance-Reviews, Testdaten, Regressionstests. Arbeitsumgebung des Prüfers. Schema: proof . |
| blocpress-render | SCS-Modul für Dokumentengenerierung: Einzige öffentliche REST-API. Liest freigegebene Templates aus dem production-Schema. Stateless, horizontal skalierbar. |
| blocpress-studio | Portal-Shell: Keine eigene Business-Logik. Verantwortlich für Navigation, JWT-Authentifizierung und Integration der Micro-Frontends (Web Components) via Import Maps. |
| blocpress-workbench | SCS-Modul für Template-Entwicklung: Upload, Validierung, Bearbeitung, Bausteinverwaltung, Content Search. Arbeitsumgebung des Template-Designers. Schema: workbench . |
| Compliance Review | Turnusmäßige Prüfung eines Templates auf inhaltliche Aktualität. Review-Zyklen: 1, 3 oder 5 Jahre. Verwaltet in blocpress-proof. Entity E-5. |
| Content Search Engine | Elasticsearch-basierte Komponente zur Indexierung und Volltextsuche über alle Templates und Bausteine. Genutzt von blocpress-workbench. |
| Deterministische Generierung | Eigenschaft, dass identische Eingaben (Template-Version + JSON-Daten) immer identische Ausgabedokumente erzeugen. Essentiell für Regressionstests. |
| Dokumentengenerierung | Prozess der automatisierten Befüllung eines Templates mit JSON-Daten (Merge via blocpress-core) und Export als ODT/PDF/RTF (Format-Konvertierung via LibreOffice in blocpress-render). Entity E-3, TF-5. |
| Freigabeprozess | Workflow zur Qualitätssicherung von Templates: Eingereicht → In Prüfung → Freigegeben/Abgelehnt. Gesteuert von blocpress-proof. Entity E-4, UC-8, UC-9. |
| IF-Bedingung | Bedingung in einem Template, die Inhalte basierend auf JSON-Daten dynamisch ein- oder ausblendet. |

| Begriff | Definition |
|------------------------------------|---|
| Import Map | Browser-Standard zur Auflösung von JavaScript-Modulnamen auf URLs. Verwendet von blocpress-studio zum dynamischen Laden der Web Component-Bundles der SCS-Module. |
| LibreOffice headless | LibreOffice-Installation ohne grafische Oberfläche, die über UNO-API programmgesteuert bedient wird. Version ≥ 24 erforderlich. Eingesetzt ausschließlich in blocpress-render für Format-Export (ODT → PDF/RTF). Validierung und Merge laufen über blocpress-core ohne LibreOffice. |
| Message Queue | RabbitMQ oder Kafka zur asynchronen Verarbeitung zeitaufwändiger Operationen (Dokumentengenerierung, Regressionstests). |
| Micro-Frontend | Architekturmuster, bei dem die UI eines SCS-Moduls als eigenständige Einheit (Web Component) in eine gemeinsame Portal-Shell integriert wird. |
| ODT | OpenDocument Text Format - Standardformat für LibreOffice-Textdokumente. Template-Eingabeformat für blocpress. |
| Prüfer | Konsolidierte Rolle: Vereint Qualitätsmanager, Freigeber, Test-Manager und Compliance-Reviewer. Arbeitet in blocpress-proof. |
| Punkt-Notation | Notation zur Referenzierung von JSON-Pfaden in User-Fields, z.B. <code>kunde.name</code> oder <code>vertrag.positionen[0].preis</code> . |
| Regressionstest | Automatisierter Test, der prüft, ob Template-Änderungen ungewollte Auswirkungen auf generierte Dokumente haben. Ausgeführt in blocpress-proof. UC-16, TF-6. |
| Self-Contained System (SCS) | Architekturmuster: Unabhängig deploybare Einheit mit eigener UI, eigenem Backend und eigener Datenhaltung. blocpress besteht aus fünf SCS. |
| Storage Abstraction Layer | Interface (StorageService) zur Entkopplung von Binärdaten-Speicherung. Ermöglicht Wechsel von PostgreSQL bytea zu S3. Wird in jedem SCS-Modul eingesetzt. |
| Stufenübergabe | Kopie-basierte Überführung von Templates zwischen Datenstufen: workbench → proof (zur Prüfung) → production (nach Freigabe). Optional: Baseline-Pull von production → proof für turnusmäßige Erneuerung. |
| Template | LibreOffice-Dokument (ODT) mit Platzhaltern (User-Fields), Wiederholungsgruppen und Bedingungen. Existiert in drei Stufen (workbench/proof/production). Entity E-1. |
| Test Case | Testfall für ein Template mit JSON-Testdaten und Baseline-PDF. Verwaltet in blocpress-proof. Entity E-6. |
| Testpool | Sammlung von Test Cases für gemeinsame Ausführung (z.B. alle Tests für ein Template). Verwaltet in blocpress-proof. Entity E-7. |
| User-Field | Platzhalter in einem Template, der durch JSON-Daten gefüllt wird. Name in Punkt-Notation (z.B. <code>kunde.name</code>). |

| Begriff | Definition |
|----------------------------|--|
| Vier-Augen-Prinzip | Sicherheitskonzept: Template-Designer darf nicht gleichzeitig Freigeber sein. Technisch erzwungen in TF-2 (blocpress-proof). |
| Web Component | Browser-Standard (Custom Elements + Shadow DOM) für wiederverwendbare UI-Komponenten. Jedes SCS-Modul liefert seine UI als Web Component (z.B. <bp-workbench>), die von blocpress-studio geladen wird. |
| Wiederholungsgruppe | Section oder Table in einem Template, die für jedes Element eines JSON-Arrays dupliziert und befüllt wird. |
| Workflow-Engine | Komponente in blocpress-proof zur Steuerung von Freigabeprozessen und Statusübergängen. Prüft Berechtigungen und Vier-Augen-Prinzip. |

13. Über arc42

arc42, das Template zur Dokumentation von Software- und Systemarchitekturen.

Template Version 8.2 DE. (basiert auf AsciiDoc Version) Erstellt, gepflegt und © von Dr. Peter Hruschka, Dr. Gernot Starke und Mitwirkenden. Siehe <https://arc42.org>.

13.1. Lizenz

arc42 is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

[CC BY-SA 4.0] | <https://licensebuttons.net/l/by-sa/4.0/88x31.png>

Weitere Informationen: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Under this license, you're free to:

- **Share:** copy and redistribute the material in any medium or format
- **Adapt:** remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.

We, the licensors, (Gernot Starke and Peter Hruschka, the creators of arc42) cannot (and surely will not) revoke these freedoms as long as you follow the license terms.

You must:

- Give **appropriate credit**, provide a link to the license, and indicate if changes to arc42 were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.
- If you remix, transform, or build upon material from arc42, you must distribute your contributions under the **same license** as the original.

Attribution for this document:

This architecture documentation for blocpress is based on the arc42 template by Dr. Gernot Starke and Dr. Peter Hruschka. The template structure follows arc42 Version 8.2 DE. Content specific to blocpress has been created and adapted for this project.

arc42 template: <https://arc42.org>

License: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>