



**FÖRDERZIEL ZUR ENTWICKLUNG U/O ERWEITERUNG VON ANGEBOTEN ZUR
WEITERBILDUNG LEHRENDER MIT ENTSPRECHENDER VERKNÜPFUNG AN MEINEN
BILDUNGSRAUM (MBR)**




Mai 2025

Abschlussbericht: Synapse 16INBI003

Das Projekt Synapse zielt darauf ab, eine modulare Infrastruktur für die Verwaltung von digitalen Bildungsressourcen im Rahmen von Mein Bildungsraum (MBR) zu schaffen. Es ermöglicht die Umwandlung von redaktionellen Inhalten in interoperable, sichere und mit Metadaten angereicherte Granulate. Synapse sorgt für ihre kontrollierte Verteilung über LMS, mit feiner Rechteverwaltung über das Datawallet und Enmeshed. Das Projekt basiert auf sieben Arbeitspaketen, die technische, rechtliche und funktionale Aspekte abdecken. Es bildet die operative Grundlage für ein nachhaltiges, ethisches und skalierbares digitales Bildungssystem.

Unternehmen: LDE GmbH & Co. KG, Robert-Koch-Straße 35, 77694 Kehl.

Verantwortlicher: Herr Frédéric Fritsch

  www.LDE.de+49 7851 485990  service@LDE.de

Gesamtlaufzeit: 01.11.2023 - 31.03.2025

Fördervolumen: 158.575,99 €.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Zusammenfassung des Projekts	3
2. Ziele von Synapse	4
3. AP 1 - Interne Audits.....	5
4. AP 2 - Katalog- und Metadaten-Architektur.....	6
5. AP3 - Workflows für die Einspeisung von Katalogen (ETL und Staging Area).	7
6. AP4 - SSO, Rechte und Rechteübertragung	8
6.1 LTI-Integration und Deep Linking	8
6.2 Verwaltung von Rechten über Datawallet und OIDC	9
6.3 Ergebnisse und Empfehlungen	9
7. AP5 - Technische Architektur Wallet - Enmeshed - Synapse.	9
7.1 Sicherheit der Infrastruktur	10
7.2 Kommunikation zwischen Systemen: das Hermes-Modul.....	10
7.3 Lizenzmanagement über Datawallet.....	10
7.4 Risiken und Empfehlungen.....	10
8. AP 6 - Mediathek	11
8.1 Hauptfunktionen der Mediathek	11
8.2 Funktionale Innovationen.....	11
8.3 Bewertung und Ausblick.....	12
9. AP 7 - Granularisierungsmodul	12
9.1 Ziele und Funktionsprinzip	12
9.2 Integration von Verlagsformaten.....	12

9.3 Sicherheit, Rechte und Compliance.....	13
9.4 Empfehlungen	13
9.5 Workflow eines Granulats in Synapse und Mein Bildungsraum.....	14
9.5.1 Aufnahme von Inhalten und Granularisierung	14
9.5.2 Indexierung und Ausstellung	14
9.5.3. Synchronisierung von Rechten über Datawallet und Enmeshed.....	14
9.5.4. Pädagogische Nutzung in einem LMS.....	14
9.5.5. Nachverfolgung, Prüfung und Entwicklung	15
10. Schlussfolgerung	16

1. Einleitung und Zusammenfassung des Projekts

Das Projekt **Synapse** ist Teil des deutschen Bundesprogramms **Mein Bildungsraum (MBR)**, das auf die Strukturierung eines interoperablen, sicheren und nutzerzentrierten digitalen Lernökosystems von der Grundschule bis zur beruflichen Weiterbildung abzielt. In dieser Perspektive trägt Synapse dazu bei, dass sich Verlage und Bildungsplattformen an die vom MBR getragenen technischen und funktionalen Standards anpassen.

Synapse ist als **technischer Orchestrator** konzipiert, der den flüssigen, kontextualisierten und nachvollziehbaren Fluss von **digitalen Bildungsressourcen** in ihrer Rohform, aber auch in Form von *Granulaten* gewährleisten kann. Es fungiert als Integrationsschicht zwischen heterogenen Schulbuchformaten, Content-Management-Tools, LMS und föderalen Infrastrukturen. Seine Aufgabe ist es, den personalisierten Zugang zu Bildungsinhalten zu erleichtern und gleichzeitig die Integrität, die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften (DSGVO) und die Steuerung der Nutzungsrechte zu gewährleisten.

Die Architektur von Synapse basiert auf mehreren proprietären Modulen von LDE :

- **Granulator**, ein zentrales Werkzeug zur Umwandlung und Segmentierung von Inhalten in Granulate, **das speziell im Rahmen des Synapse-Projekts entwickelt wurde** ;
- Der **Katalog**, der die Bereitstellung von kostenpflichtigen oder kostenlosen Inhalten ermöglicht ;

- Ein Modul namens **Hermes**, das für die Übertragung und Überwachung von Metadaten zuständig ist ;
- und die **Mediathek**, ein Bereich, in dem die verfügbaren Ressourcen ausgestellt und verwaltet werden.

Diese Module stehen im Dialog mit den technischen Bausteinen des MBR :

- **Digitale Identitäten** (zentrale Authentifizierung),
- **DataWallet** (Register der Identitäten und Rechte),
- **Ablage** (Speicherung und Historie von Ressourcen),
- und **Enmeshed**, der föderale Interoperabilitätskonnektor.

Das Projekt wurde um **sieben Arbeitspakete (AP)** herum strukturiert, die jeweils eine spezifische operative oder technische Problematik ansprechen:

- **AP1 - Interne Audits ;**
- **AP2 - Katalog- und Metadaten-Architektur ;**
- **AP3 - POC und Analysen zu neuen Workflows für die Versorgung der Verlagskataloge (ETL und Staging Area) ;**
- **AP4 - SSO, Rechte und Rechteübertragung ;**
- **AP5 - Technische Architektur Wallet - Enmeshed - Synapse.**
- **AP6 - Mediathek ;**
- **AP7 - Granularisierungsmodul.**

Dieser Abschlussbericht bietet eine **kritische und strukturierte Zusammenfassung** der in jedem Paket durchgeführten Arbeiten. Er **erläutert die erzielten Ergebnisse**, die **aufgetretenen Schwierigkeiten**, die **ermittelten Verbesserungsmöglichkeiten** und die **Empfehlungen** zur dauerhaften und allgemeinen Integration von Granulaten in das föderale Bildungssystem.

Schließlich wird ein besonderes Augenmerk auf den **Weg eines Granulats** von seiner Erstellung bei einem Herausgeber bis zu seiner Nutzung in einem MBR-kompatiblen LMS gelegt, um die Mechanismen der Interoperabilität, der Sicherung und der Governance zu veranschaulichen.

2. Ziele von Synapse

Das Synapse-Projekt wurde konzipiert, um eine grundlegende strategische Anforderung des Programms **Mein Bildungsraum (MBR)** zu erfüllen: die Gewährleistung einer **reibungslosen und sicheren Interoperabilität** zwischen den Herausgebern von Bildungsinhalten, den Lernplattformen (LMS) und den föderalen Diensten für die Verwaltung von Identitäten, Rechten und Ressourcen (Identity, Rights and Resources Management).

Das zentrale Ziel von Synapse besteht darin, eine **modulare Infrastruktur** aufzubauen, die in der Lage ist, traditionelle Verlagsinhalte in modulare pädagogische Einheiten - sogenannte Granulate - umzuwandeln, sie in einem interoperablen Katalog zu indexieren und zu strukturieren, sie in einer speziellen Mediathek auszustellen und schließlich ihre kontrollierte Verteilung über kompatible LMS zu ermöglichen, wobei gleichzeitig eine feine Steuerung der Zugriffsrechte und Lizenzen gewährleistet wird. Dieses System soll Einrichtungen, Lehrkräften und Lernenden einen sicheren,

kontextualisierten und wiederverwendbaren Zugang zu standardisierten digitalen Bildungsressourcen bieten und gleichzeitig die Beziehungen zwischen Inhaltsproduzenten und föderierten Bildungssystemen vereinfachen.

Parallel zu diesen technischen Schwerpunkten verfolgte Synapse mehrere **übergreifende Ziele**. Das Projekt sollte die vollständige Interoperabilität mit internationalen Bildungsstandards wie GS1 XML, LTI, xAPI und SCORM gewährleisten. Außerdem sollte eine skalierbare Architektur aufgebaut werden, die im Laufe der Zeit auf andere Herausgeber und Plattformen ausgeweitet werden konnte. Das Modell wurde so konzipiert, dass es in anderen regionalen, nationalen und sogar europäischen Kontexten replizierbar ist. Schließlich beinhaltet Synapse eine Strategie zur langfristigen Valorisierung und Verstetigung, indem die Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung durch öffentliche und private Akteure im Bildungssektor geschaffen werden. Diese Ziele wurden regelmäßig neu bewertet und an die Sachwänge vor Ort angepasst, ohne jemals den Zweck des Projekts zu gefährden. Die Entscheidung, das bestehende DataWallet zu nutzen, anstatt eine proprietäre API für die Lizenzverwaltung zu entwickeln, ist ein Beispiel für diese Fähigkeit zur strategischen Anpassung zugunsten einer besseren Kohärenz mit dem MBR-Ökosystem.

Die operativen Ziele wurden wie folgt in die **sieben Arbeitspakete (AP)** unterteilt:

- **AP1 - Interne Audits:** Sicherstellung der DSGVO-Konformität der integrierten Systeme und Datenströme durch technische und organisatorische Audits.
- **AP2 - Katalog- und Metadaten-Architektur:** Entwerfen einer robusten Architektur für die Speicherung, Suche und Nutzung von Metadaten, einschließlich der Zentralisierung der Daten über ein Data Warehouse.
- **AP3 - Einspeise-Workflows (ETL und Staging Area):** Implementierung einer Datenverarbeitungskette von der Rohaufnahme bis zur Standardisierung und Bereitstellung im Katalog.
- **AP4 - SSO, Rechte und Rechteübertragung:** Integration von Mechanismen zur föderierten Authentifizierung und Portabilität von Zugriffsrechten, insbesondere über die LTI-Standards und die Digitale-Identitäten-Dienste von MBR.
- **AP5 - Wallet - Enmeshed - Synapse-Architektur:** Gewährleistung der Interoperabilität zwischen Synapse und den MBR-Komponenten (insbesondere DataWallet) für die gemeinsame Verwaltung von Rechten und Lizenzen.
- **AP6 - Mediathek:** Entwicklung einer einheitlichen Schnittstelle zur Abfrage der verfügbaren Ressourcen, die es Administratoren und Lehrern ermöglicht, Inhalte auszuwählen, zuzuweisen und deren Nutzung zu verfolgen.
- **AP7 - Granularisierungsmodul:** Konzipierung und Entwicklung des Granulators, eines Tools zur Fragmentierung von Inhalten, das die Produktion standardisierter Granulate ermöglicht, die über Konnektoren wie LTI in LMS integriert werden können.

3. AP 1 - Interne Audits

Das interne Audit ist ein wesentlicher Bestandteil des Synapse-Projekts und stellt sicher, dass die Prozesse, Datenverarbeitungen und Nutzungsmodalitäten der digitalen Ressourcen den europäischen und deutschen regulatorischen Anforderungen entsprechen, insbesondere der DSGVO und dem Bundesdatenschutzgesetz (BDSG).

Ursprünglich für den Beginn des Projekts geplant, wurde AP1 auf September 2024 verschoben, um die bereits implementierten Elemente (Granularisierung, Rechteverwaltung, Interoperabilität) zu bewerten und so eine gezieltere und auf konkreten Fällen basierende Prüfung zu ermöglichen. Die Arbeiten konzentrierten sich auf zwei Schwerpunkte. Der erste betraf die Verarbeitung personenbezogener Daten und führte zu einer rechtlichen Analyse der Verpflichtungen, die sich aus der DSGVO und dem BDSG ergeben. Eine Kartierung der verarbeiteten Daten (Identifikatoren, Nutzungen, Inhalte) zeigte die kritischen Punkte in Bezug auf Sicherheit, Einwilligung und Transparenz, insbesondere bei Minderjährigen, auf.

Der zweite Schwerpunkt betrifft die Verwertung digitaler Werke und analysiert die Verantwortlichkeiten von Herausgebern, Plattformen und Nutzern in Bezug auf das Urheberrecht. Der Bericht empfiehlt die Verwendung interoperabler DRM, FRAND-Vereinbarungen und die Rückverfolgbarkeit der Nutzung durch sichere Technologien wie die Blockchain. Im Hinblick auf die Governance erläutert er den Status des für die Verarbeitung Verantwortlichen, des Mitverantwortlichen und des Auftragsverarbeiters und fordert die Formalisierung geeigneter Vereinbarungen und Verträge, insbesondere für sensible Daten.

Schließlich empfiehlt er technische (TLS 1.3-Verschlüsselung, zeitlich begrenzte Token, automatisierte Bereinigung) und organisatorische Maßnahmen (Verfahren zur Ausübung von Rechten) sowie Folgenabschätzungen (PIAs) für risikoreiche Verarbeitungen.

Der VE1 legt somit einen soliden Rechtsrahmen fest, der digitale Innovation und Compliance miteinander in Einklang bringt, und schafft die Voraussetzungen für eine nachhaltige Integration von Granulaten in das MBR-Ökosystem.

4. AP 2 - Katalog- und Metadaten-Architektur

AP2 des Synapse-Projekts hatte zum Ziel, eine **robuste und interoperable Architektur** für die zentrale Verwaltung digitaler Bildungsressourcen zu entwerfen. Ziel dieser Arbeit war es, einen **strukturierten Katalog** zu erstellen, der Inhalte aus verschiedenen Quellen (Verlage, Aggregatoren, institutionelle Produzenten) aufnehmen und in der **Datenraum-Umgebung** von MBR nutzbar machen kann. Die Arbeiten begannen mit einer **eingehenden Analyse der bestehenden Standards**. Diese vergleichende Studie zeigte die Relevanz des **GS1 XML-Formats** auf, das für seine Flexibilität, seine Kompatibilität mit komplexen Logistikumgebungen und sein Potenzial zur Anpassung an digitale Bildungsinhalte bekannt ist. Diese technische Wahl wurde durch eine Bewertung der anderen Standards, insbesondere xAPI, SCORM und LTI, unterstützt, die zwar bei der pädagogischen Betreuung leistungsfähig sind, aber nicht den Anforderungen an die Strukturierung von Metadaten für Katalogisierungszwecke entsprechen.

Das Format **ONIX 3.1**, das historisch für bibliografische Einträge verwendet wurde, wurde ebenfalls auf seinen semantischen Reichtum und seine Eignung für die Bedürfnisse des Bildungssektors hin analysiert. Die Übernahme einer angereicherten Version, die mit einem Mikrodienst zur JSON-Transformation gekoppelt ist, ermöglicht eine dynamische Integration in den **LDE-Katalog** und dessen Erweiterung auf den **MBR-Katalog**.

Technisch basiert das System auf einer **PostgreSQL-Datenbank**, die mit einem **Datawarehouse** verbunden ist, das um eine leistungsfähige ETL-Pipeline herum strukturiert ist. Diese Pipeline wird durch **QlikSense** für die Analyse, **Zabbix** für das Monitoring und **Wazuh** für die Cybersicherheit

bereichert. Zusammen gewährleistet dies die **Skalierbarkeit**, **Nachvollziehbarkeit** und **Ausfallsicherheit** des Ressourcenverwaltungssystems.

Eine **innovative Funktion**, die in dieser PA entwickelt wurde, betrifft den **Einsatz von künstlicher Intelligenz zur Tag-Generierung**. Dieses auf spezialisierten Prompts basierende System ermöglicht es, automatisch relevante Schlagwörter aus angereicherten Metadaten zu extrahieren. Die KI wird kontrolliert in einer sicheren Umgebung eingesetzt, die den Empfehlungen der EV zu Ethik und digitaler Souveränität entspricht, insbesondere über lokal gehostete Vorlagen. Diese Entscheidung **gewährleistet die Einhaltung der DSGVO** und verringert gleichzeitig das Risiko algorithmischer Verzerrungen und von Datenlecks.

Schließlich wurde ein **strukturiertes Datenmodell** definiert, das wesentliche Felder wie EAN, Titel, Verlag, Schulstufen, Fächer, Formate, Verfügbarkeit oder auch Demonstrations-URLs enthält. Diese gemeinsame Basis ermöglicht eine **native Interoperabilität mit dem Datenraum** und bildet die Grundlage für den Export zu Partnerschnittstellen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass AP2 eine **standardisierte, robuste und skalierbare Architektur** für die Integration von Bildungsressourcen in das MBR-Ökosystem geschaffen hat und gleichzeitig den Grundstein für eine intelligente Nutzung von Metadaten durch automatisierte, nachvollziehbare und ethisch begleitete Mechanismen gelegt hat.

5. AP3 - Workflows für die Einspeisung von Katalogen (ETL und Staging Area).

AP3 zielte darauf ab, die technische Machbarkeit und Robustheit von **automatisierten** und manuellen **Workflows für die Einspeisung** von Produktdatenblättern in einen **einheitlichen Katalog** zu demonstrieren, um den Anforderungen des Projekts Mein Bildungsraum gerecht zu werden. Der Schwerpunkt lag auf der **Interoperabilität mit heterogenen Formaten**, der **Datensicherheit** und der **Aufnahmefähigkeit von Strukturen aller Größen**, von großen Verlagen bis hin zu Kleinstunternehmen.

Drei **Importmodi** wurden untersucht und implementiert:

1. **Automatisierter EDI-Import** (z. B. ONIX XML) für Verleger, die über ein strukturiertes Informationssystem verfügen.
2. **Flat Files (CSV)** für Zwischenstrukturen, die über eine gesicherte Webschnittstelle verarbeitet werden.
3. **Schnittstelle zur manuellen Bearbeitung** für kleinere Einheiten, mit Funktionen zum Erstellen, Bearbeiten, Duplizieren und Archivieren von Produktdatenblättern.

Im Zentrum der Architektur steht ein auf PostgreSQL basierender **intermediärer ETL** und ein **Quarantäneverwaltungsmodul, das die Qualifizierung der Daten** vor ihrer Übertragung an den Hauptkatalog und den **Datenraum** sicherstellt. Dieses Modul wendet strenge Validierungsregeln an, die die Integrität, Vollständigkeit und Zuverlässigkeit der Daten gewährleisten.

Der technische Workflow ist in vier Schritte gegliedert:

- **Erstintegration** über XML-Microservice oder CSV-Dateien.
- **Zwischenverwaltung** durch ETL und Geschäftsregeln.
- **Verbindung zu datenRaum und Katalogsynchronisation.**
- **Bereitstellung über eine sichere Schnittstelle und ein Zuordnungstool.**

AP3 hat den **Granulator** als direkte Inhaltsquelle integriert, dessen Daten automatisch verifiziert und an die richtigen Validierungskanäle weitergeleitet werden. Parallel dazu werden die qualifizierten Metadaten mit dem in AP6 entwickelten Tool zur Ressourcenzuweisung synchronisiert.

Die durchgeführten Tests haben die **technische Funktionsfähigkeit** des Systems bestätigt, auch in komplexen Fällen, in denen die Verlage noch nicht über eine internationale Codierung (GTIN13) oder standardisierte Formate verfügen. **Dummy-ONIX-Notizen** wurden verwendet, um die Kontinuität der Tests zu gewährleisten, bis die Standards auf breiterer **Basis** angenommen werden.

Zu den **wichtigsten Empfehlungen** gehören die verstärkte **Annahme der EDI-Standards** (ONIX 3.1, GTIN13) bei den Partnern, die **kontinuierliche Schulung zu den zur Verfügung gestellten Schnittstellen** und die **Überwachung der Formatentwicklung**, um die Skalierbarkeit des Systems zu gewährleisten.

Durch die Integration von Sicherheit, Flexibilität und Kompatibilität legt dieses POC somit die Grundlage für ein **interoperables Ökosystem zur Katalogspeisung**, das in der Lage ist, den schrittweisen Anstieg der Belastung des MBR-Systems zu unterstützen und gleichzeitig einen gleichberechtigten Zugang für alle Akteure des Bildungssektors zu gewährleisten.

6. AP4 - SSO, Rechte und Rechteübertragung

AP4 des Synapse-Projekts befasste sich mit der Umsetzung eines sicheren und interoperablen Rahmens für die **Verwaltung digitaler Identitäten und Zugriffsrechte** innerhalb des MBR-Ökosystems. Es gliedert sich in zwei sich ergänzende Teilbereiche: die Integration des **LTI-Standards (Learning Tools Interoperability)** für den Zugriff auf Inhalte von Drittanbietern und die Einrichtung eines **Systems zur Verwaltung von Benutzerrechten** über **OIDC**, das **Datawallet** und sichere APIs.

6.1 LTI-Integration und Deep Linking

Der im Rahmen von AP4.1 durchgeführte Proof of Concept zeigte die **technische Machbarkeit und die Ergonomie des LTI-Standards Deep Linking** am Beispiel des in die PopLab-Plattform integrierten Tools BookWidgets. Dieser Ansatz ermöglicht es Lehrern, ihren Kursen dynamisch externe Ressourcen hinzuzufügen, ohne die Arbeitsumgebung zu verlassen. Dank **Single Sign-On (SSO)** greifen die Nutzer direkt auf kompatible Tools zu, wobei Rollen und Kontexte über JWT-Tokens sicher übertragen werden.

Das **LTI Deep Linking** verstärkt die Benutzerfreundlichkeit bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines hohen Sicherheitsniveaus. Die Authentifizierung basiert auf **OIDC** und gewährleistet eine starke Validierung der Identität und eine Personalisierung der Benutzererfahrung. Dieses Modell ermöglicht auch die **Beschränkung des Zugriffs**, die **Anonymisierung des Datenaustauschs** bei Bedarf und die **Kompatibilität mit bestehenden ENT**.

6.2 Verwaltung von Rechten über Datawallet und OIDC

AP4.2 untersuchte drei Anwendungsfälle für die **Verwaltung von Benutzerrechten** in Partnerplattformen: allein durch SSO, durch API und über eine hybride Lösung, die OIDC und Datawallet kombiniert. Das dritte Modell wurde ausgewählt, da es **die Anforderungen an Sicherheit, Interoperabilität und Granularität des Zugriffs erfüllt, die** in der MBR-Umgebung erforderlich sind. Der Mechanismus beruht auf einer **zentralisierten**, vom MBR gesteuerten **Architektur**, in der jeder Benutzer über eine **eindeutige ID** identifiziert wird und seine Rechte im Datawallet in Form **strukturierter Profile** (z. B. Direktor, Zuweisungsoperator) gespeichert werden. Über eine sichere REST-API können Partner diese Informationen abrufen, um den Zugriff auf Ressourcen zu verwalten, auch **vor der ersten Benutzeranmeldung**.

Ein **POC für die Verbindung** zwischen dem Profilmanager Thémis (LDE-eigen) und dem Datawallet hat die Machbarkeit dieses Ansatzes bestätigt. Die Daten, die über das Enmeshed-Protokoll ausgetauscht werden, ermöglichen eine kontextbezogene Zuweisung von Rechten ohne namentliche Verarbeitung und gewährleisten so die vollständige Einhaltung der DSGVO.

6.3 Ergebnisse und Empfehlungen

Die Ergebnisse von AP4 bestätigen eine **robuste, skalierbare technische Architektur, die den ISO-Normen 27001 und 9001 entspricht**. Die Kopplung von LTI/OIDC/Datawallet ermöglicht eine **reibungslose, personalisierte und sichere Nutzererfahrung** und gewährleistet gleichzeitig eine fein **abgestimmte** Governance der Zugriffsrechte.

Für die Zukunft wird empfohlen, :

- Die Übernahme von **Fall 3 (OIDC + API + Datawallet)** für alle Partner verallgemeinern.
- Die Formatspezifikationen für Benutzerprofile und -rollen fertigstellen.
- Integrieren Sie die Tools zur Zugriffskontrolle auf der Ebene des zentralen Identity & Access Management (IAM).
- Die Partner in der Nutzung der Synchronisationsströme über OIDC schulen.

Der AP4 bildet somit eine **wesentliche Grundlage für die kohärente und sichere Integration von Lerngranulaten und -ressourcen** in die föderierte Umgebung von Mein Bildungsraum.

7. AP5 - Technische Architektur Wallet - Enmeshed - Synapse.

Im Rahmen von AP5 wurde eine **sichere, interoperable und skalierbare technische Infrastruktur** konzipiert, die sich um drei grundlegende Komponenten dreht: **Cybersicherheit, Kommunikationsmanagement** über das von LDE erstellte **Hermes-Modul** und **Governance der digitalen Lizenzen** mithilfe des Datawallet und des Enmeshed-Protokolls.

7.1 Sicherheit der Infrastruktur

Die Sicherung der Synapse-Basis beruht auf den Empfehlungen des **BSI** (Deutschland) und der **OWASP Top 10** sowie auf den zertifizierbaren Praktiken nach ISO 27001. Zwei Referenzdokumente haben diesen Ansatz strukturiert: die **Synapse Preconditions** und die Studie zur **Sicherheit der Mediathek**. Sie definieren strenge Anforderungen für SSO (OAuth2 mit PKCE, JWT-Tokens), für Enmeshed (AES-256-Verschlüsselung, unveränderbare Protokollierung, MFA) und für den Datenraum (RBAC, logische Isolation, Nachvollziehbarkeit).

Die aktuelle Umsetzung umfasst bereits robuste Elemente: Trennung der Netzwerke, Zugriffskontrolle nach dem Prinzip der geringsten Privilegien, Protokollierungssysteme (Wazuh, Zabbix) und Code-Review-Prozesse, die in einem agilen Ansatz systematisiert wurden. Zukünftige Maßnahmen umfassen die Ausweitung des SIEM-Spektrums, die Einführung von Passkeys als Ersatz für Passwörter und die Intensivierung von Penetrationstests.

7.2 Kommunikation zwischen Systemen: das Hermes-Modul

Das von LDE erdachte **Hermes-Modul** ist als **zentrale Kommunikationsschicht** zwischen den verschiedenen Synapse-Produkten konzipiert. Es ermöglicht die personalisierte Verwaltung von E-Mails, Benachrichtigungen und Warnungen, wobei es mit dem Datawallet verbunden ist, um die Abläufe dynamisch an jedes Benutzerprofil anzupassen. Hermes verfügt über eine Mikroservice-Architektur, kann die Häufigkeit des Versands modulieren und die Konsistenz des plattformübergreifenden Austauschs gewährleisten. Seine Verbindung zu Enmeshed wird es schließlich ermöglichen, Benachrichtigungen automatisch an die föderierten Systeme des MBR weiterzuleiten und so die strategische Ausrichtung zwischen den Akteuren zu verstärken.

7.3 Lizenzmanagement über Datawallet

Das innovativste Element von AP 5 ist die **Verwaltung digitaler Lizenzen über das Datawallet**. Jede Lizenz wird als **proprietäres JSON-Attribut** modelliert, das mit dem Nutzer verknüpft ist und wesentliche Metadaten (Titel, EAN, Ablaufdatum, Validierungs-Token) enthält. Diese Architektur ermöglicht es jedem Vertriebs- oder Verlagspartner, über eine einfache Anfrage an die Enmeshed API **die Gültigkeit und Verfügbarkeit einer Ressource** für einen bestimmten Nutzer zu **überprüfen**.

Dieses System löst mehrere kritische Einschränkungen des aktuellen Marktes: keine kollektiven Lizenzen pro Einrichtung, starre Zuweisungen, keine Rückverfolgbarkeit und keine Möglichkeit der Neuzuweisung. Durch die Einführung eines **verteilten, portablen und synchronisierten** Modells stellt AP 5 eine native Interoperabilität zwischen Plattformen her und vereinfacht gleichzeitig die Verwaltung durch Lehrer und CIOs.

7.4 Risiken und Empfehlungen

Die identifizierten Risiken betreffen die **Komplexität der Einführung** durch bestimmte Partner, die **technischen Abhängigkeiten** von bestehenden Systemen und die **Zentralisierung von Rechten**. Diese Herausforderungen erfordern eine personalisierte **technische Begleitung**, eine **Standardisierung des gemeinsam genutzten JSON-Formats** und eine **strenge Governance des**

Datawallet, die ausschließlich der MBR anvertraut ist. Die Zusammenarbeit mit den Verlegern muss verstärkt werden, um einen reibungslosen Übergang zu diesem neuen Paradigma zu gewährleisten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die PA 5 die Grundlage für ein **sicheres, modulares und interoperables Ökosystem** schafft, das den europäischen Cybersicherheitsstandards entspricht und perfekt auf die strategischen Erwartungen von Mein Bildungsraum abgestimmt ist.

8. AP 6 - Mediathek

Im Arbeitspaket AP 6 wurde eine **zentrale Mediathek** für die Verwaltung digitaler Lernressourcen im Rahmen von Mein Bildungsraum entworfen, getestet und verfeinert. Dieses Modul ist der Hauptkontaktpunkt zwischen den Nutzern (Lehrer, Administratoren) und dem Ökosystem der Ressourcen, die über Synapse, Enmeshed und das Datawallet verfügbar sind. Es umfasst mehrere Unterprojekte: Lizenzzuweisung (AP6.1/6.2), Verwaltung mehrerer Schulen (AP6.3), Monitoring (AP6.4), Modulation der Gültigkeit (AP6.5), Benchmark bestehender Lösungen (AP.6.6) und Nutzererfahrung (AP6.7).

8.1 Hauptfunktionen der Mediathek

Mithilfe der Mediathek können Schulen **die verfügbaren Ressourcen einsehen, sie Nutzern zuweisen und digitale Lizenzen nachverfolgen**. Die Rechte werden über eine dedizierte Schnittstelle zugewiesen und Änderungen werden im Datawallet propagiert. Die Zugriffskontrolle erfolgt über das auf Keycloak basierende Themis-System, das eine Sicherheit gewährleistet, die den Anforderungen der DSGVO und des BSI entspricht.

Der Austausch mit der MBR-Plattform wird über **die Enmeshed Connector API** gesteuert, die Ereignisse im Zusammenhang mit Lizenzen und Metadaten synchronisiert. Dieser Mechanismus gewährleistet die Konsistenz zwischen den Systemen und den reibungslosen Ablauf von Geschäftsprozessen wie die Zuweisung, Aufhebung der Zuweisung und Abfrage von Ressourcen.

8.2 Funktionale Innovationen

- **Verwaltung von einrichtungsübergreifenden Benutzern (AP6.3)** : Synapse ermöglicht es, mehrere Rollen für einen Benutzer zu verwalten. Beispielsweise kann ein Lehrer auch Lernender in einer anderen Einrichtung sein. Das System synchronisiert diese Rollen über Keycloak und sorgt so für eine reibungslose und sichere Kontinuität des Zugriffs.
- **Service-Monitoring (AP6.4)**: Eine dedizierte Schnittstelle, die von Zabbix gespeist wird und in Vue.js integriert ist, bietet einen Echtzeit-Einblick in den Status der kritischen Dienste der Herausgeber. Sie verbessert die Reaktionsfähigkeit des Supports und erhöht die Transparenz bei Dienstunterbrechungen.
- **Dynamische Lizenzmodulation (AP6.5)**: Es wurde eine Funktion entwickelt, mit der die Gültigkeit oder die Dauer einer Lizenz im laufenden Betrieb geändert werden kann. Jede Anpassung (Verlängerung, Deaktivierung, Neuzuweisung) wird protokolliert und unterliegt integrierten Editor-Regeln, wodurch die Einhaltung und Nachvollziehbarkeit der Vorgänge gewährleistet wird.
- **Benchmark bestehender Lösungen (AP 6.6)** : Synapse war nicht in der Lage, eine ähnliche Lösung wie die im Rahmen des Projekts entwickelte zu finden, die alle Erwartungen an

Interoperabilität, Portabilität und Wertschöpfungskette zwischen Verlegern, Buchhändlern, Einrichtungen und Lernenden erfüllt.

- **UX/UI-Verbesserung (AP6.7):** Die grafische Neugestaltung der Mediathek bietet eine klare, zugängliche, mobil-responsive Oberfläche mit einer Hierarchisierung nach Schulstufen und Fächern. Dieses Design wurde entwickelt, um die Akzeptanz des Tools durch alle Nutzer zu verbessern und eine Kohärenz mit der visuellen Identität von MBR zu gewährleisten.

8.3 Bewertung und Ausblick

Die verschiedenen Teilprojekte haben die **funktionale Reife** des Mediathek-Moduls und seine **Kompatibilität mit den Synapse-MBR-Feeds** bestätigt. Es bestehen weiterhin Risiken (Interoperabilität der Formate, API-Lastanstieg, Multi-Rollen-Konflikte), aber es wurden Pläne zur Abschwächung definiert (Standardisierung, Regel-Engine, Keycloak-Synchronisation). Das Projekt empfiehlt die **Industrialisierung** dieser technischen Bausteine sowie ihre **Ausweitung auf andere Anwendungsfälle** (Weiterbildung, offene Ressourcen, Partnereinrichtungen).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass AP6 die Mediathek als **Drehscheibe** zwischen pädagogischen Ressourcen, Nutzern und föderalen Systemen positioniert, in einem sicheren, ergonomischen und entwicklungsfähigen Rahmen.

9. AP 7 - Granularisierungsmodul

AP7 stellt den technologischen Höhepunkt des Synapse-Projekts dar, indem ein **vollständiges Modul zur Umwandlung von Schulbüchern in Granulate** eingeführt wird. Diese modularen pädagogischen Einheiten ermöglichen eine bessere Wiederverwendbarkeit, eine genaue Rückverfolgbarkeit und eine Interoperabilität mit dem Mein Bildungsraum-Ökosystem. Das Modul wurde entwickelt, um **die heterogenen Inhalte, die von den Verlagen bereitgestellt** werden, mit einem einheitlichen, sicheren und reich mit Metadaten **versehenen** Granulatformat **abzugleichen**.

9.1 Ziele und Funktionsprinzip

Das Granularisierungsmodul wurde entwickelt, um **Bildungsinhalte** unter Wahrung der ursprünglichen pädagogischen Strukturen **zu extrahieren, anzureichern und neu zusammenzustellen**. Es basiert auf einem **standardisierten JSON-Schema**, das alle Dimensionen des Granulats integriert: Inhalt, Klassifizierung, Lizenz, Autoren, Nutzungsrechte und Links zum Quell-Lehrbuch.

Das Tool ermöglicht sowohl die Automatisierung (über die Aufnahme von Publisher-Feeds) als auch eine manuelle Schnittstelle zur Zusammenstellung für Lehrer. Es folgt der Logik der **pädagogischen Aggregation und Disaggregation**, wobei die für die didaktische Kohärenz notwendigen kontextuellen Verbindungen erhalten bleiben.

9.2 Integration von Verlagsformaten

Drei Verlage wurden analysiert, um die Anpassungsfähigkeit des Moduls zu validieren: **Educadhoc**, **LibManuels (EduLib)** und **Manuel Max**.

- **Educadhoc (Hachette Groupe)** bietet einen *Webmodus*, der in HTML-Abschnitte strukturiert ist, was eine granulare Extraktion erleichtert. ScoLOMfr-Metadaten werden teilweise über die API offengelegt, insbesondere die Felder *educationalLevel*, *discipline*, *intendedEndUserRole* und *learningResourceType*.
- **LibManuels/Edulib** funktioniert über abgegrenzte *Bereiche (areas)* im Seitenmodus oder über *ud* (dokumentarische Einheiten) im Webmodus. Diese *ud* ähneln den Synapse-Granulaten. Felder wie *subject*, *school_levels*, *grades* oder *editor_name* ermöglichen es, die Granulate zu erweitern, obwohl einige Elemente (Rechte, Lizenzen) mit dem Herausgeber definiert werden müssen.
- **Manuel Max** bietet ein sehr strukturiertes Format, bei dem zwischen *COMPLEX_GRAIN* (entspricht einer Doppelseite) und *SIMPLE_GRAIN* (Grundeinheit) unterschieden wird. Jedes Korn enthält angereichertes HTML, Medienlinks (Bilder, Videos, PDFs) und Metadaten wie *discipline*, *level*, *createdAt*, *resources*, *copyright*. Dieses Format erleichtert die **direkte Umwandlung in Körnchen**, einschließlich der Rechte, wenn diese explizit angegeben werden.

Alle diese Formate wurden in die **Granulator-Pipeline** integriert, was die **Flexibilität und Multiquellen-Kompatibilität** des Moduls demonstriert.

9.3 Sicherheit, Rechte und Compliance

AP7 hat eine **dynamische Überprüfung der Nutzungsrechte** integriert, die sich auf Enmeshed und das Datawallet stützt. Jedes Granulat hat einen Satz von Rechten (Lesen, Kopieren, Drucken, Anpassen) an Bord, der in JSON modelliert und bei jedem LTI-Aufruf validiert wird.

Besonderes Augenmerk wurde auf die **Authentizität der Quelle**, die **Verwaltung proprietärer oder offener Lizenzen** und die **Reversibilität** der Zuweisungen gelegt. Dadurch werden die Interessen der Herausgeber geschützt und gleichzeitig eine ethische und sichere Nutzung in den Partnerplattformen gewährleistet.

9.4 Empfehlungen

- Verbreiten Sie die Verwendung des **standardisierten Granulatformats** unter den Verlegern.
- Fertigstellung einer **Bibliothek zur automatischen Konvertierung** von Quell- in Granula-Formate.
- Ausweitung der Analyse auf EPUB3- und H5P-Formate, um die Rückwärts- und Vorwärtskompatibilität zu maximieren.
- Implementierung einer leichter zugänglichen und mobilen **Schnittstelle für die Lehrermontage**.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass AP7 die **technische und funktionale Reife des Granularisierungsmoduls** bestätigt, das nun in der Lage ist, Granulate aus verschiedenen Formaten zu extrahieren, zu strukturieren, zu sichern und zu verteilen, was den Anforderungen von Mein Bildungsraum voll entspricht.

9.5 Workflow eines Granulats in Synapse und Mein Bildungsraum

Der Weg eines Granulats durch das Synapse-MBR-Ökosystem folgt einem **strukturierten Prozess in fünf großen Schritten**, der die technischen Bausteine von LDE (Granulator, Mediathek, Hermes) und die föderierten Dienste von MBR (Enmeshed, Datawallet, Thémis) mobilisiert. Dieser Workflow veranschaulicht das hohe Maß an Kohärenz, Nachvollziehbarkeit und Interoperabilität, das das Projekt erreicht hat.

9.5.1 Aufnahme von Inhalten und Granularisierung

Der Zyklus beginnt beim Herausgeber. Der Quellinhalt (vollständiges Handbuch, Doppelseite, Aktivität) wird über einen standardisierten Datenfluss (XML ONIX, CSV, REST API) in den **Granulator** integriert. Der Granulator wandelt das Dokument in **eigenständige Granulate** um, die jeweils angereicherte Metadaten (Titel, Autor, Stufe, Disziplin, Lizenz, Medien, Quellenlink) tragen und in ein JSON-Schema eingekapselt sind, das dem von Synapse definierten Granulatformat entspricht.

Jedes Granulat behält eine **strukturierende Verbindung zu seinem Ursprung** (ISBN, Verlag, Abschnitt des Handbuchs) und kann unabhängig manipuliert werden, ohne dass die ursprünglichen Rechte verändert werden. Es werden automatisch Konformitätsprüfungen durchgeführt.

9.5.2 Indexierung und Ausstellung

Sobald die Granulate erstellt sind, werden sie **im Synapse-Katalog indiziert (zur kostenlosen oder kostenpflichtigen Bereitstellung)** und anschließend in der **Mediathek** ausgestellt. Hier greifen die Administratoren der Einrichtungen auf die Ressourcen zu, sei es zur Ansicht oder zur Zuweisung. Die Sichtbarkeit hängt vom **Benutzerprofil** ab, das über **Thémis (SSO Keycloak)** verwaltet wird. Die Zuweisung eines Granulats löst die Erstellung eines **JSON-Attributs im Datawallet** aus, das die zugehörige digitale Lizenz darstellt. Hermes leitet technische Ereignisse weiter (Zuweisung, Änderung von Rechten, Ablauf) und gewährleistet so eine vollständige Rückverfolgbarkeit des Lebenszyklus.

9.5.3. Synchronisierung von Rechten über Datawallet und Enmeshed.

Das zugewiesene Granulat wird für den Zielbenutzer zugänglich. Sein **Nutzungsrecht wird im Datawallet** in Form einer Lizenz mit EAN, Token, Dauer und Zugriffsbedingungen **eingetragen**. Wenn ein Nutzer auf ein kompatibles LMS (z. B. Moodle oder ItsLearning) zugreift, fragt die Plattform über **LTI + OIDC** die Synapse-Dienste ab, um die Berechtigung zu überprüfen.

Enmeshed spielt hier eine zentrale Rolle: Es überträgt die Berechtigungen in sicherer Form, ohne dass persönliche Daten offengelegt werden, und sorgt für die Synchronisierung zwischen den Partnersystemen und dem föderierten Berechtigungssafe (Datawallet) .

9.5.4. Pädagogische Nutzung in einem LMS

Das Granulat wird dann über **LTI Deep Linking** in einen **Lernpfad** in einem LMS integriert. Die Lehrkraft kann die Granulate über eine Katalogschnittstelle auswählen, zusammenstellen, die Inhalte anreichern und für ihre Klasse kontextualisieren. Die Überprüfung der Gültigkeit der Lizenz erfolgt in

Echtzeit und stellt sicher, dass nur Nutzer mit den entsprechenden Rechten auf die Inhalte zugreifen. Im Falle einer Änderung (Aufhebung, Ablauf, Übertragung) werden die Informationen automatisch aktualisiert, dank der Schleife Enmeshed <-> Datawallet <-> Mediathek *ItsLearning-2025051515485849.pdf*.

9.5.5. Nachverfolgung, Prüfung und Entwicklung

Alle Zugriffe, Übertragungen und Nutzungen werden über Wazuh **protokolliert** und können statistisch ausgewertet werden. Dies ermöglicht :

- **Publishern Rechenschaft** über die tatsächliche Nutzung ihrer Inhalte abzulegen.
- **die Verfügbarkeit** von Ressourcen **dynamisch zu verwalten** ;
- und **Missbrauch** oder **Missbrauch** von Lizenzen **zu verhindern**.

Dieses System bietet auch die Aussicht auf **Anpassungen in Echtzeit**: Lizenzdauer, Benutzerrolle, Aktualisierung von Inhalten usw., ohne dass Pakete neu ausgestellt oder Verträge manuell neu verhandelt werden müssen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Workflow eines Granulats in Synapse und MBR eine **vollständige, sichere und interoperable Verarbeitungskette** demonstriert, die vom Herausgeber bis zum Lehrer in seinem digitalen Arbeitsbereich reicht. Dieser Prozess garantiert **Datensouveränität, die Einhaltung von Rechten, pädagogische Modularität** und eine **durchgängige Nachvollziehbarkeit**, die den strategischen Zielen von Mein Bildungsraum voll und ganz entspricht. Die Arbeiten führten zu einer **reibungslosen Kommunikationsarchitektur** zwischen Synapse und den Hauptkomponenten von MBR, insbesondere dem **Datawallet, Enmeshed, Digitale Identitäten** und den Einstiegspunkten der LMS-Plattformen über **OIDC und LTI**. Jedes entwickelte Modul (Granulator, Mediathek, Hermes) wurde so konzipiert, dass es sich **direkt mit den föderierten Diensten von MBR verzweigen** kann, ohne zwischengeschaltete Übersetzungsschichten zu durchlaufen, was die Latenz verringert und die Zuverlässigkeit des Austauschs erhöht.

Diese Vernetzung basiert auf einer **einheitlichen Modellierung von Benutzern und Lizenzen** mit persistenten, anonymisierten und nachvollziehbaren Identifikatoren, die über Enmeshed übertragen werden. Die Lizenzen werden bei jeder Benutzerinteraktion dynamisch überprüft, wodurch Duplikate, unberechtigte Nutzungen oder Fehlverteilungen vermieden werden. Diese Logik ermöglicht auch die **Interoperabilität zwischen mehreren Partnerplattformen** und fördert so den transversalen Einsatz von Granulaten in verschiedenen pädagogischen Kontexten.

Parallel dazu haben die technischen Teams einen **Mechanismus zur Überwachung und Eskalation von Vorfällen** entwickelt, der direkt in die Synapse-Architektur integriert ist. Diese Eskalationen sind sowohl auf der Verlags- als auch auf der MBR-Seite verwertbar und tragen zu einer **kontinuierlichen Verbesserung** der Servicequalität bei. Die Arbeiten haben auch die Anforderungen der **Identitätsföderation** vorweggenommen, insbesondere durch die Sicherstellung der vollständigen Kompatibilität mit Keycloak, dem von MBR empfohlenen Access Manager. Die implementierten OIDC-Flüsse ermöglichen die Übertragung von Rollen, Sitzungsmetadaten und Nutzungsberechtigungen in einer verteilten, sicheren und DSGVO-konformen Umgebung.

Schließlich wurde eine umfassende technische Dokumentation erstellt, um die Partnerteams bei der Umsetzung der Zusammenschaltungen zu unterstützen. Diese Dokumentation, die an den Standards von MBR ausgerichtet ist, erleichtert die Übernahme durch neue Akteure und stärkt die Nachhaltigkeit des Synapse-Modells.

10. Schlussfolgerung

Das Synapse-Projekt hat die Machbarkeit eines modularen und interoperablen Systems für die Verwaltung digitaler Bildungsressourcen im föderalen Umfeld von Mein Bildungsraum demonstriert. Durch die Verknüpfung der von den Verlegern bereitgestellten Inhalte mit den technischen und rechtlichen Standards von MBR hat es eine vollständige Kette von der Granularisierung über die Sicherung der Rechte über Enmeshed und das Datawallet bis hin zur pädagogischen Nutzung in einem LMS aufgebaut.

Zu den wichtigsten Erfolgen zählten die Konzeption eines interoperablen Granularisierungsmoduls, die Strukturierung eines metadatengesteuerten und sicheren Katalogs, die Feinintegration mit digitalen Identitäten und Lizenzen sowie der Einsatz einer funktionalen Mediathek. Das Projekt konnte die Anforderungen an Compliance, Skalierbarkeit und Ergonomie erfüllen und sich an die sehr unterschiedlichen technischen Kontexte der Partner anpassen.

Um die Nachhaltigkeit dieser Fortschritte zu gewährleisten, wird empfohlen, das Granulatformat zu verallgemeinern, die rechtlichen Vereinbarungen mit den Verlegern zu formalisieren, die technische Unterstützung zu verstärken und die Module von Synapse dauerhaft in die Roadmaps des MBR-Programms zu integrieren. Synapse legt somit den Grundstein für ein reproduzierbares, ethisches und nachhaltiges Modell für die Zukunft der digitalen Bildung in Deutschland.