

# Die HPI Schul-Cloud: Roll-Out einer Cloud- Architektur für Schulen in Deutschland

Christoph Meinel, Jan Renz, Matthias Luderich,  
Vivien Malyska, Konstantin Kaiser, Arne Oberländer

**Technische Berichte Nr. 125**

des Hasso-Plattner-Instituts für  
Digital Engineering an der Universität Potsdam





Technische Berichte des Hasso-Plattner-Instituts für  
Digital Engineering an der Universität Potsdam



Christoph Meinel | Jan Renz | Matthias Luderich | Vivien Malyska |  
Konstantin Kaiser | Arne Oberländer

## **Die HPI Schul-Cloud**

Roll-Out einer Cloud-Architektur für Schulen in Deutschland

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de/> abrufbar.

### **Universitätsverlag Potsdam 2019**

<http://verlag.ub.uni-potsdam.de/>

Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam

Tel.: +49 (0)331 977 2533 / Fax: 2292

E-Mail: [verlag@uni-potsdam.de](mailto:verlag@uni-potsdam.de)

Die Schriftenreihe **Technische Berichte des Hasso-Plattner-Instituts für Digital Engineering an der Universität Potsdam** wird herausgegeben von den Professoren des Hasso-Plattner-Instituts für Digital Engineering an der Universität Potsdam.

ISSN (print) 1613-5652

ISSN (online) 2191-1665

Das Manuskript ist urheberrechtlich geschützt.

Druck: docupoint GmbH Magdeburg

**ISBN 978-3-86956-453-1**

Zugleich online veröffentlicht auf dem Publikationsserver der Universität Potsdam:

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:517-opus4-423062>

<https://doi.org/10.25932/publishup-42306>

## Zusammenfassung

Die digitale Transformation durchdringt alle gesellschaftlichen Ebenen und Felder, nicht zuletzt auch das Bildungssystem. Dieses ist auf die Veränderungen kaum vorbereitet und begegnet ihnen vor allem auf Basis des Eigenengagements seiner Lehrer\*innen. Strukturelle Reaktionen auf den Mangel an qualitativ hochwertigen Fortbildungen, auf schlecht ausgestattete Unterrichtsräume und nicht professionell gewartete Computersysteme gibt es erst seit kurzem. Doch auch wenn Beharrungskräfte unter Pädagog\*innen verbreitet sind, erfordert die Transformation des Systems Schule auch eine neue Mentalität und neue Arbeits- und Kooperationsformen.

Zeitgemäßer Unterricht benötigt moderne Technologie und zeitgemäße IT-Architekturen. Nur Systeme, die für Lehrer\*innen und Schüler\*innen problemlos verfügbar, benutzerfreundlich zu bedienen und didaktisch flexibel einsetzbar sind, finden in Schulen Akzeptanz. Hierfür haben wir die HPI Schul-Cloud entwickelt. Sie ermöglicht den einfachen Zugang zu neuesten, professionell gewarteten Anwendungen, verschiedensten digitalen Medien, die Vernetzung verschiedener Lernorte und den rechtssicheren Einsatz von Kommunikations- und Kollaborationstools.

Die Entwicklung der HPI Schul-Cloud ist umso notwendiger, als dass rechtliche Anforderungen – insbesondere aus der Datenschutzgrundverordnung der EU herührend – den Einsatz von Cloud-Anwendungen, die in der Arbeitswelt verbreitet sind, in Schulen unmöglich machen. Im Bildungsbereich verbreitete Anwendungen sind größtenteils technisch veraltet und nicht benutzerfreundlich.

Dies nötigt die Bundesländer zu kostspieligen Eigenentwicklungen mit Aufwänden im zweistelligen Millionenbereich – Projekte die teilweise gescheitert sind. Dank der modularen Micro-Service-Architektur können die Bundesländer zukünftig auf die HPI Schul-Cloud als technische Grundlage für ihre Eigen- oder Gemeinschaftsprojekte zurückgreifen. Hierfür gilt es, eine nachhaltige Struktur für die Weiterentwicklung der Open-Source-Software HPI Schul-Cloud zu schaffen.

Dieser Bericht beschreibt den Entwicklungsstand und die weiteren Perspektiven des Projekts HPI Schul-Cloud im Januar 2019. 96 Schulen deutschlandweit nutzen die HPI Schul-Cloud, bereitgestellt durch das Hasso-Plattner-Institut. Weitere 45 Schulen und Studienseminare nutzen die Niedersächsische Bildungcloud, die technisch auf der HPI Schul-Cloud basiert. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt läuft in der gegenwärtigen Roll-Out-Phase bis zum 31. Juli 2021. Gemeinsam mit unserem Kooperationspartner MINT-EC streben wir an, die HPI Schul-Cloud möglichst an allen Schulen des Netzwerks einzusetzen.

**Keywords:** Digitale Bildung, Schule, IT-Infrastruktur, Cloud

## Abstract

Digital transformation affects all social levels and fields, as well as the education system. It is hardly prepared for the changes and meets them primarily on the basis of the personal commitment of its teachers. Structural reactions to the lack of high-quality further training, poorly equipped classrooms and computer systems that are not professionally maintained have only recently emerged. However, while persistent efforts among educators are also widespread, the transformation of the school system requires a new mindset and new forms of work and cooperation.

Contemporary teaching requires modern technology and modern IT architectures. Only systems that are effortlessly available for teachers and students, user-friendly and didactically flexible will find acceptance in schools. For this purpose, we have developed the HPI Schul-Cloud. It provides easy access to the latest professionally maintained applications, a wide variety of digital media, the networking of different learning locations and the legally compliant use of communication and collaboration tools.

The development of the HPI Schul-Cloud is all the more necessary because legal requirements – particularly those arising from the EU's General Data Protection Regulation (GDPR) – make it impossible to use cloud applications, which are common in modern working places, in schools. The most common educational applications are to a large degree technically outdated and not user-friendly.

This deficiency forces federal states to develop their own costly applications with expenses in the tens of millions – projects that have partly failed. Thanks to the modular micro-service architecture, the federal states will be able to use the HPI Schul-Cloud as the technical basis for their own or joint projects in the future. The aim here is to create a sustainable structure for the further development of the open source software HPI Schul-Cloud.

This report describes the development status and further perspectives of the HPI Schul-Cloud project in January 2019. 96 schools across Germany use the HPI Schul-Cloud, provided by the Hasso-Plattner-Institute. A further 45 schools and study seminars use the Niedersächsische Bildungscloud, which is technically based on the HPI Schul-Cloud. The project, which is funded by the German Federal Ministry of Education and Research, is currently being rolled out until July 31, 2021. Together with our cooperation partner MINT-EC we aim to use the HPI Schul-Cloud possibly at all schools in the network.

**Keywords:** German Schools, Digital Education, IT-Infrastructure, Cloud



## Vorwort

Junge Menschen sind heute Teil einer globalen Gesellschaft, deren einzige Konstante eine stetige durch digitale Medien getriebene Transformation ist. Damit unser Bildungssystem Kinder und Jugendliche angemessen hierauf vorbereiten kann, braucht es einen zeitgemäßen Unterricht unter Nutzung digitaler Medien.

Die HPI Schul-Cloud bietet hierfür einen wichtigen Teil einer zukunftssicheren Infrastruktur, die heute in den meisten der deutschen Schulen noch nicht verfügbar ist. Digitale Geräte sind im Alltag der Kinder und Jugendlichen allgegenwärtig. In den Schulen hingegen sind die Lehrer\*innen und Schüler\*innen zurückgeworfen auf veraltete Computerkabinette, die diese digitalisierte Realität nicht annähernd abbilden. Ein professionell gewarteter und in Zeiten der DSGVO rechtssicherer Zugang zu digitalen Medien und Werkzeugen existiert heute zumeist nicht.

Diesen Zugang haben wir mit der HPI Schul-Cloud geschaffen. Mittlerweile nutzen 96 Schulen aus dem Netzwerk MINT-EC unser System. Jedes Schulhalbjahr stoßen weitere hinzu. Auch unser Kooperationsprojekt mit dem Land Niedersachsen, welches unter dem Namen *Niedersächsische Bildungscloud* auf die HPI Schul-Cloud setzt, ist mit 45 Schulen gut unterwegs.

Unser Ziel für die nächste Phase des Projekts ist die weitere Verbreitung der HPI Schul-Cloud auch in anderen Bundesländern. Der zwischen den Bundesländern und der Bundesregierung in Verhandlung befindliche DigitalPakt.Schule ist der ideale Anlass dafür, die Architektur für eine nachhaltige länderübergreifende Entwicklung und Bereitstellung der HPI Schul-Cloud zu schaffen.

Die HPI Schul-Cloud ist hierfür ideal aufgestellt. Der Programmcode ist vollständig Open Source und modular auf Micro-Services basierend. Die Bundesländer können diesen jeweils für sich oder in einem länderübergreifendem Konsortium individuell anpassen, Bestandssysteme integrieren und die jeweils gewünschten digitalen Medien, Werkzeuge und spezifischen Lernmaterialien anbinden.

Damit passt die HPI Schul-Cloud perfekt in die Struktur des Internets. Dezentral, modular und durch die Einigung auf Standards und gemeinsame Schnittstellen doch immer vernetzt.

**Prof. Dr. Christoph Meinel**  
Institutsdirektor und CEO Hasso-Plattner-Institut



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Projekt HPI Schul-Cloud – Ein Überblick</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Rahmenbedingungen für zeitgemäßes Lernen: Warum es die HPI Schul-Cloud braucht</b>	<b>12</b>
2.1	Erfordernis digitaler Bildung aus Sicht unterschiedlicher gesellschaftlicher Akteure . . . . .	12
2.2	Unsere Vision: Deutschlands Schulen brauchen eine datenschutzkonforme Schul-Cloud-Architektur . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Die HPI Schul-Cloud. Architektur und Features</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Handlungsfelder</b>	<b>23</b>
4.1	Einheitlich und doch dezentral und modular: Die HPI Schul-Cloud als Infrastruktur für die Länder . . . . .	23
4.2	Eine andere Pädagogik ermöglichen: zeitgemäßes Lernen mit der HPI Schul-Cloud . . . . .	26
4.3	Ein Markt für Lerninhalte: Verlage und OER auf einer Plattform . . . . .	29
4.4	Selbstverständlichkeiten, die nicht selbstverständlich sind: Eine Lösung für den Datenschutz in der Schule finden . . . . .	33
<b>5</b>	<b>Ausgewählte technische Themen</b>	<b>38</b>
5.1	Brückentechnologien . . . . .	38
5.2	Editor . . . . .	42
5.3	Metadatenstandards und Metadatenschnittstellen in der HPI Schul-Cloud . . . . .	44
5.4	Mobile Apps . . . . .	46
<b>6</b>	<b>Bildungswissenschaftliche Begleitung</b>	<b>48</b>
<b>7</b>	<b>Wo geht es hin: Ziele für den Rest der Projektlaufzeit</b>	<b>50</b>
7.1	Projekt . . . . .	50
7.2	Technologie . . . . .	52
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>55</b>
8.1	Verzeichnis der Code-Repositories . . . . .	55

# 1 Projekt HPI Schul-Cloud – Ein Überblick

Die in Zusammenarbeit mit zahlreichen Experten\*innen am Hasso-Plattner-Institut (HPI) unter Leitung von Prof. Dr. Christoph Meinel entwickelte und durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte HPI Schul-Cloud schafft eine moderne Lern- und Lehrinfrastruktur für Schulen. So soll die digitale Transformation im Bildungssektor zum Erfolg geführt und Kinder schon im Schulalter optimal auf das Leben in einer zunehmend digitalisierten Gesellschaft vorbereitet werden. Auf technischer Ebene stellt die HPI Schul-Cloud eine innovative und sichere IT-Infrastruktur für das Klassenzimmer und den Nachmittagsbereich bereit, mit der ein zeitgemäßer Unterricht ermöglicht wird. Schüler\*innen können fächerverbindend auf professionell gewarteten IT-Systemen neueste digitale Lernangebote nutzen. Die HPI Schul-Cloud versteht sich dabei als intuitiv nutzbare und datenschutzkonforme Lernumgebung für den Schulunterricht, die dank ihres universellen Ansatzes schulart- und länderübergreifend eingesetzt werden kann.

## **Von überall verfügbar**

Die Idee der HPI Schul-Cloud ist es, digitale Lehr- und Lerninhalte sowie Tools für Kollaboration und andere Werkzeuge für die Unterrichtsgestaltung nutzbar zu machen. Dafür werden lediglich webfähige Endgeräte wie Smartphones oder Tablets benötigt, wodurch wartungsintensive Computerräume nicht länger notwendig sind. Über die HPI Schul-Cloud kann zeit- und ortsunabhängig auf digitale Bildungsinhalte zugegriffen werden und die Vernetzung unterschiedlicher Lernorte wird möglich.

## **Nutzen der HPI Schul-Cloud**

Die HPI Schul-Cloud kann maßgeblich dazu beitragen, das riesige Potenzial von digitalen Medien und Lernangeboten im Schulalltag nutzbar zu machen, bestehende Herausforderungen und Hürden, z. B. im Datenschutzbereich, zu reduzieren und schul- sowie länderübergreifende Synergien zu schaffen. Die Digitalisierung kann endlich in der Schule in zeitgemäßer und IT-technisch professioneller Weise ankommen, denn unsere Kinder benötigen digitale Kompetenzen, um auf das Berufsleben und die digitale Welt vorbereitet zu werden!

## **Projektphasen**

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt HPI Schul-Cloud mit dem nationalen Excellence-Schulnetzwerk MINT-EC mit seinen bundesweit über 300 Schulen ist in drei Projektphasen gegliedert: Konzeptphase, Pilotphase I und Roll-out-Phase. Während der Konzeptionsphase von September bis

Dezember 2016 wurde ein technisches Konzept für die Umsetzung der Idee einer Schul-Cloud entworfen. Anschließend startete im Februar 2017 die 15-monatige Pilotphase I. Gemeinsam mit 27 MINT-EC Schulen aus insgesamt 13 Bundesländern wurden die Grundstrukturen der HPI Schul-Cloud implementiert und die Chancen und Lösungsansätze für den Einsatz cloudbasierter Dienste und Strukturen im schulischen Kontext erprobt, diskutiert und evaluiert. Im Mai 2018 startete die bis Juli 2021 laufende Roll-out-Phase, in der die HPI Schul-Cloud an bis zu 316 MINT-EC-Schulen eingeführt werden wird. Zu Beginn des 2. Schulhalbjahres 2018/2019 haben 96 Schulen Zugang zur HPI Schul-Cloud.

## **2 Rahmenbedingungen für zeitgemäßes Lernen: Warum es die HPI Schul-Cloud braucht**

### **2.1 Erfordernis digitaler Bildung aus Sicht unterschiedlicher gesellschaftlicher Akteure**

In Zeiten einer zunehmend digitalen Lebenswirklichkeit steigt auch die Bedeutung der sogenannten digitalen Kompetenz. Insbesondere der bewusste, reflexive sowie sozial verantwortbare Umgang mit digitalen Medien (im Sinne der Medienkritik[1]) gilt als Schlüsselkompetenz für die gesellschaftliche Teilhabe und ist im gesamten Bildungskontext zu fördern. Unmittelbar verfügbare digitale Materialien können u. a. individuelles Lernen und binnendifferenzierten Unterricht erleichtern. Interaktive Lernwerkzeuge vereinfachen darüber hinaus direkte Kommunikation jenseits dienstlicher E-Mails und Telefonate. Der Umfang und die Geschwindigkeit der digitalen Entwicklung im schulischen Bereich ist pädagogisch determiniert, sollte jedoch Freiräume zum Ausprobieren innovativer digitaler Angebote lassen, um die Potenziale digital unterstützten Lernens zu heben und zu nutzen.

Digitale Bildung und digital unterstütztes Lernen (zu den Begrifflichkeiten und warum die hier genannten aus pädagogischer/didaktischer Sicht eigentlich nicht passgenau sind vgl. Kapitel 4.2) an Schulen ist ebenso Teil der digitalen Agenda für Deutschland[4] wie die Handlungsbereiche „digitale Infrastruktur“ (u. a. effizienter Breitbandausbau) und „digitales Arbeiten“ (u. a. kostenfreier WLAN-Zugang in Schulen) und benennt diverse auf der politischen Ebene bestehende Steuerungsmöglichkeiten.

Im Bildungssektor selbst geht es primär um den Wandel in der Verbreitung von Informationen und Wissen,[6] die Medienbildung zu selbstbestimmten, mündigen Menschen und Innovation sowie Kooperation innerhalb sowie zwischen Bildungseinrichtungen. Wie weit diese Entwicklung im schulischen Bereich vorangeschritten ist, hängt nicht nur vom Bundesland, der Schulart und der Einzelschule ab, sondern vor allem auch von der jeweiligen Lehrperson, insbesondere ihrer Digitalkompetenz, Technikbegeisterung, didaktischen Neugier und Innovationsfreude.

Neben noch weit verbreiteten überzogenen Erwartungen und erster Ernüchterung tritt an immer mehr Schulen die Phase der Erleuchtung ein. An solchen Vorreiter-schulen werden digitale Angebote schon pädagogisch sowie didaktisch angemessen genutzt. Die HPI Schul-Cloud will dabei unterstützen, dieses Niveau auch an der

Vielzahl derjenigen Schulen zu erreichen, die aus verschiedensten Gründen kein solcher Leuchtturm sind. Neben einem niedrigschwelligen Zugriff auf ein nahezu unbegrenztes Angebot an digitalen Inhalten und Diensten sollen Schulen von der Bereitstellung, Verwaltung und Wartung der IT-Infrastruktur durch professionelle Dienstleister entlastet werden.

### **Die HPI Schul-Cloud als Teil der „Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft“ [3] des Bundesministeriums für Bildung und Forschung**

Mit dem „DigitalPakt Schule“ [5] zwischen Bund und Ländern soll der digitale Wandel im Schulwesen – auch unter Änderungen der verfassungsrechtlichen Statik – gestaltet werden. Die digitale Infrastruktur gilt als „Voraussetzung für die Umsetzung digitaler Bildung im Schulbereich“. [3] Die länderübergreifende HPI Schul-Cloud für Schulen aus dem Nationalen Excellence-Schulnetzwerk MINT-EC<sup>1</sup> dient als Pilotvorhaben und Modell für eine übergeordnet vorgehaltene und dadurch besonders effiziente und flächendeckend skalierbare Architektur.

Von höchster Priorität sind dabei gemeinsame technische Standards sowie einheitliche Schnittstellen für kompatible Angebote zum digital unterstützten Lernen, die auf unterschiedlichen Geräten und Betriebssystemen lauffähig sind (technologische Neutralität), Synergien ermöglichen und auch die Investitionsbereitschaft privater Anbieter anregen. Durch ihre ausgefeilte Pseudonymisierungstechnik leistet sie ferner einen entscheidenden Beitrag für eine sichere, datenschutzkonforme digitale Lehr- und Lernlösung jenseits regionaler Grenzen. Darüber hinaus kommt der HPI Schul-Cloud eine Hebelwirkung für den Ausbau breitbandiger Internetzugänge von Schulen zu.

Da die Professionalität und didaktisch-methodischen Kompetenzen der Lehrpersonen nach wie vor der Schlüssel zu qualitativ hochwertigem, schülerzentriertem Unterricht sind, müssen auch die notwendigen neuartigen digitalen Kompetenzen der Lehrkräfte sichergestellt werden. [3] Eine gewisse Aufklärungsarbeit ist nicht nur bei den Lehrenden zu leisten. Vielmehr sind auch seitens der Lernenden und insbesondere auch ihrer Eltern Unsicherheit, Unwissenheit und Ängste zu überwinden, Neugier sowie Experimentierfreude mit den neuen technischen Möglichkeiten zu wecken und strukturelle, organisatorische sowie persönliche Bedenken hinsichtlich des Einsatzes von Cloud-Technologie in Schulen zu überwinden.

## **2.2 Unsere Vision: Deutschlands Schulen brauchen eine datenschutzkonforme Schul-Cloud-Architektur**

Seit Jahren wird in Deutschland versucht, die Frage, inwieweit digitale Bildungsangebote den Schulunterricht bereichern und die Erreichung von Lernzielen befördern

---

<sup>1</sup>Siehe <https://www.mint-ec.de>, letzter Zugriff: 16.10.2018.

können, mit immer neuen Projekten zu beantworten. Es werden Endgeräte verteilt (z. B. Aktionen wie Tablet-Klassen, Laptop-Schulen), einzelne Lehrkräfte werden von ihren Bundesländern, verschiedenen Stiftungen oder anderen Initiativen gefördert, damit sie bestimmte digitale Lernsysteme im Unterricht einsetzen und erproben. Auch Schulen können sich an Wettbewerben um Titel wie z. B. Smart-School beteiligen, wenn sie nur kleinste Anstrengungen im Bereich des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht unternehmen.

Das gemeinsame Problem all dieser Aktivitäten ist, dass die gewonnenen Ergebnisse und Einsichten sich nicht in der Nachbarklasse oder -schule anwenden lassen. Die Projekte „skalieren“ nicht, da sie immer abhängig sind vom übermäßigen Engagement einiger weniger. Damit hat Deutschland über die Jahre Rekordsummen für die digitale Transformation seines Schulsystems ausgegeben, ohne im internationalen Vergleich nur ansatzweise vorzeigbare Ergebnisse erzielt zu haben. Auch die im deutschen Schulsystem angelegten geteilten Verantwortlichkeiten – für die Beschaffung der Hardware ist der Schulträger verantwortlich, für die Lerninhalte die Länder – sind oft nicht hilfreich. Die Entwicklung, Bewertung und vor allem der Einsatz didaktischer Konzepte im Zusammenhang mit der Nutzung digitaler Lernmaterialien und Lernwerkzeuge kommt nicht voran, weil es keine geeignete Architektur gibt, die den Zugang zu ihnen ermöglicht. Unser Ziel für die HPI Schul-Cloud ist es daher, eine solche in engster Abstimmung mit den Schulen und ihren Lehrkräften und Schüler\*innen zu entwickeln. Sie sollen, wann immer sie es wollen, digitale Lehr- und Lerninhalte im Unterricht oder zuhause einsetzen und nutzen können. Es geht um die Schaffung einer nachhaltigen, zukunfts offenen und rechtskonformen Basis für die digitale Transformation des deutschen Schulsystems.

Zunehmend alle Bundesländer haben erkannt, dass eine umfassende Bildungscloud-Architektur für zeitgemäßes Lernen in Deutschlands Schulen notwendig ist. Die entsprechenden Diskussionen im Strategiepapier „Bildung in der digitalen Welt“ [6] zeugen ebenso davon, wie die verschiedenen Aktivitäten einzelner Bundesländer. Während noch vor wenigen Jahren länderspezifische Lösungsansätze (Logineo<sup>2</sup> in Nordrhein-Westfalen, ella@BW<sup>3</sup> in Baden-Württemberg, LernSax<sup>4</sup> in Sachsen) Weg der Wahl waren, geht man nun den Weg in Richtung einer länderübergreifenden Architektur. Das FWU<sup>5</sup> als gemeinsames Institut der deutschen Länder arbeitet im Auftrag der KMK an einem Konzept, um länderübergreifende Interoperabilität von Cloud-Architekturen sicherzustellen.<sup>6</sup>

<sup>2</sup>Siehe <https://www.logineo.de>, letzter Zugriff: 16.10.2018.

<sup>3</sup>Zum vorläufigen Projektstopp für ella@BW siehe Heise.de: Baden-Württemberg: Schul-Portal Ella verzögert sich wohl um Jahre <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Baden-Wuerttemberg-Schul-Portal-Ella-verzoegert-sich-wohl-um-Jahre-4169381.html>, letzter Zugriff: 16.10.2018.

<sup>4</sup>Siehe <https://www.lernsax.de>, letzter Zugriff: 16.10.2018.

<sup>5</sup>Siehe <https://www.fwu.de>, letzter Zugriff: 16.10.2018.

<sup>6</sup>Das Hasso-Plattner-Institut wird sich an der Arbeitsgruppe Technik des angedachten Vermittlungsinstitut digitale Schule (Arbeitstitel) des FWU beteiligen.



In diesem Kontext sind wir überzeugt, dass eine Cloud-Technologie an sich keinerlei landesspezifische Ausprägungen braucht (es gibt ein Internet für die ganze Welt). Die Auswahl der digitalen Lehr- und Lerninhalte dagegen und gewisse andere Dienste, beispielsweise das ID-Management, werden im hoheitlichen Verantwortungsbereich der jeweiligen Bundesländer liegen. Andere Dienste wie bspw. ein LernStore können landesübergreifend betrieben werden, müssen aber in der Gestaltung und Bestückung länderspezifische Entscheidungen u. a. durch ein geeignetes Lizenzmanagement berücksichtigen. Dienste wie ein Dateispeicher oder die zentralen Funktionen der HPI Schul-Cloud sind länderunspezifisch und können gut auch bundesweit oder durch mehrere Länder gemeinsam betrieben werden. Dieses Szenario einer Cloud mit verteilt betriebenen aber miteinander kommunizierenden Diensten wollen wir mit der Entwicklung der HPI Schul-Cloud technisch ermöglichen.

Gleichzeitig wissen wir, dass die einmalige Bereitstellung der technischen Grundlagen einer solchen Infrastruktur nicht ausreicht. Deshalb arbeiten wir daran, dass unser vom BMBF gefördertes Projekt in ein nachhaltiges Open Source-Projekt übergehen kann, welche den Code langfristig pflegt und weiterentwickelt – auch jenseits eines landesspezifischen oder landesübergreifenden Betriebs. Einen Weg dahin aufzuzeigen und zu ebnen sehen wir neben der reinen Entwicklung der HPI Schul-Cloud durchaus ebenfalls als Teil unseres Projektauftrags an.

### 3 Die HPI Schul-Cloud. Architektur und Features

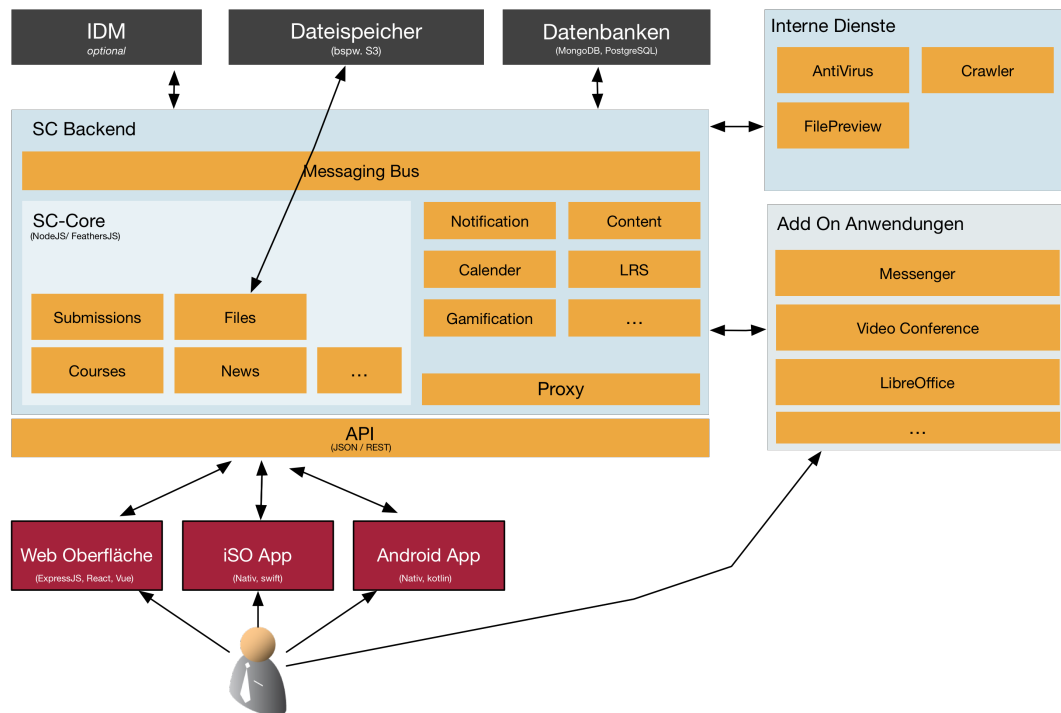


Abbildung 3.1: Systemarchitektur der HPI Schul-Cloud

Die Funktionen der HPI Schul-Cloud lassen sich grob in drei Bereichen verorten:

- Kommunikation, Kollaboration und Organisation
- Finden, Erstellen, Teilen und Bewerten von Inhalten
- Unterstützen von Lernen und Lehren

Für alle drei Bereiche existieren natürlich bereits heute Dienste, die auch im schulischen Kontext eingesetzt werden. Im Bereich Kommunikation, Kollaboration und Organisation sind dies die Office und Groupware-Suiten der großen IT-Konzerne - auch wenn deren Einsatz angesichts der ungeklärten bzw. kritischen datenschutzrechtlichen Lage eher fraglicher Qualität ist.

Verschiedenste Inhalte-Repositoryn für das Finden, Erstellen, Teilen und Bewerten von Lernmaterialien finden in den Bundesländern ihren Einsatz. Sie kranken daran, dass jeweils nur ein kleiner Ausschnitt des im Übermaß existierenden Materials enthalten ist. Das vorhandene Material ist meist nur schlecht verschlagwortet und daher schlecht durchsuchbar.

Der Bereich Lernen und Lehren ist zu guter Letzt die Domäne der klassischen Lernmanagementsysteme. Oft beinhalten diese auch Funktionen der ersten beiden Bereiche, ihr Kern liegt aber darin schulische Strukturen (Klassen, Kurse, Arbeitsgruppen, Unterrichtseinheiten, etc.) abzubilden.

An drei verschiedenen Begriffen wird deutlich, welchen Mehrwert die HPI Schul-Cloud gegenüber solch klassischen Lösungen bieten kann: dem Portal, der Plattform und der Cloud selbst. Ein Portal ist eine Anlaufstelle, welche Zugriff auf verschiedene Angebote bietet. Meist ist dort lediglich eine einheitliche Loginfunktionalität gewährleistet, eine weitergehende Integration der Angebote ist nicht gegeben.

Eine Plattform bietet dagegen eine größere Auswahl an Interaktivität und Zugriff auf Inhalte, setzt aber hohe Anforderungen an die Kompatibilität der Inhalte mit der Plattform voraus. Es müssen also spezifische Dienste und Inhalte für die Plattform entwickelt werden. So lange ich in der geschlossenen Welt der Plattform bleibe, ist alles gut. In einer vernetzten, heterogenen Welt ist dieser Ansatz jedoch nicht praxisgerecht.

Die HPI-Schul-Cloud führt Dienste und Inhalte verschiedenster Anbieter zusammen und vernetzt sie an ihren Berührungspunkten mit vom System selbst bereitgestellten Funktionen in den anfangs genannten Bereichen *Kommunikation/Kollaboration/Organisation, Inhalte* sowie *Lernen und Lehren*. So kann in den verschiedensten Situationen auf vorhandene Datensätze zugegriffen und Mehrwert daraus generiert werden.

Jede Lehrkraft, die schon mal in ihrem Unterricht mit Schüler\*innen Accounts für ein Lerntool erstellen musste, weiß um die benötigte Zeit und das Risiko für den weiteren geplanten Stundenablauf. Dies erschwert den Einstieg unnötig und führt oft genug dazu, dass Tools mit wenigen Einsatzszenarien erst gar nicht verwendet werden. Und garantiert jede Lehrkraft, die den Aufwand nicht gescheut hat und das selbe Tool zwei Wochen später wieder in der Klasse nutzen wollte, hat den Satz „ich habe mein Passwort vergessen“ mehr als nur einmal gehört. Hier füllt die HPI Schul-Cloud die Lücke und fungiert quasi als SSO-Provider für Tools und interaktive Lernmaterialien von Drittanbietern.

Doch damit nicht genug: Die HPI Schul-Cloud kann Tools, die sonst nur parallel existieren, vernetzen und so Kontexte erzeugen und abbilden. Wäre es nicht smart, wenn Lernmaterialien automatisch mit Metadaten angereichert würden, in welchen Jahrgangsstufen sie besonders häufig eingesetzt würden? Oder man bei der Schuljahresplanung bequem Inhalte der vorangegangenen Klassen im gleichen Fach vorgeschlagen bekäme? Oder wenn zu einem neuen Kurs bereits automatisch ein Chat angelegt wäre? Hier steckt viel Potential in der HPI Schul-Cloud, mit digitalen

Werkzeugen nicht nur analoge Vorgänge zu ersetzen, sondern die ganzen Vorteile digital gestützten Lernens in der Praxis zur Entfaltung zu bringen – natürlich datenschutzkonform und sparsam im Umgang mit personenbezogenen und personenbeziehbaren Daten.

Dafür, dass das alles miteinander funktionieren kann, bildet die Cloud-Infrastruktur das Fundament:

- Die in bestehenden Schulverwaltungssystemen gepflegten **Lehrkräfte- und Schülerdaten** können auf vielen Wegen (LDAP, CSV, SSO) in die Userverwaltung der HPI Schul-Cloud **importiert/synchronisiert** werden.
- **Klassen- und Kursstrukturen** können ebenfalls importiert/synchronisiert oder direkt in der HPI Schul-Cloud konfiguriert werden.
- Tools und Lerninhalte von Drittanbietern können in einer **modularen, serviceorientierten Architektur über APIs** mit der HPI Schul-Cloud verbunden werden, ohne dass ein erneuter Login notwendig ist.
- Standards wie **LTI** sorgen für eine reibungslose Übergabe von Daten (**Interoperabilität**), z. B. von Klassenstrukturen oder Ergebnissen zur Auswertung durch die Lehrkraft direkt in der Cloud.
- Zum Schutz der Nutzerdaten erfolgt die Verbindung zu Drittanbietertools grundsätzlich **anonymisiert** - oder **pseudonymisiert**, wenn eine Wiedererkennung der Nutzer\*innen erforderlich ist, z. B. um eine begonnene Aufgabe nach erneutem Login fortzusetzen.
- Der **Inhaltdienst** speichert interaktive Lerninhalte und reichert sie nutzbringend für alle mit Informationen über deren Verwendung in der Praxis an.
- Die HPI Schul-Cloud stellt einen **Speicher für Dateien** bereit, in den Nutzer\*innen ihre Arbeitsergebnisse hochladen können – direkt oder als Ergebnis der Nutzung eines Tools/Lerninhalts.

Jede\*r kann und jede\*r soll mitmachen, um mit seinen/ihren Diensten und Inhalten in die HPI Schul-Cloud eingebunden zu werden. Mitmachen – das gilt auch für die Codebasis der HPI Schul-Cloud, die **Open Source** und damit komplett öffentlich unter [github.com/schul-cloud](https://github.com/schul-cloud) einsehbar ist. Ein ebenfalls öffentliches Ticketsystem lädt unter [ticketsystem.schul-cloud.org](https://ticketsystem.schul-cloud.org) zum Mitprogrammieren ein.

#### **Derzeitige Funktionen in der HPI Schul-Cloud**

Neben der Bereitstellung der genannten Grundlagen, um Dienste und Inhalte auf Cloudbasis zu vernetzen, hält die HPI Schul-Cloud viele nützliche Funktionen für das digital gestützte Lernen bereit.

## Kommunikation, Kollaboration und Organisation

- Ein **gemeinsamer Kalender** bündelt den Stundenplan und einzelne Termine aus Kursen zu einer praktischen Gesamtansicht.
- Der **Dateibereich** stellt einen klassischen kollaborativen Cloudspeicher bereit und bietet die Möglichkeit, Dateien privat hochzuladen und in Kursen oder direkt mit Nutzer\*innen zu teilen.
- Die Integration von Collabora Office, einer Webversion von Libre Office, stellt gängige **Office-Funktionen** wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Präsentationsprogramm kostenlos bereit – inklusive **paralleler Zusammenarbeit mehrerer Nutzer\*innen** am selben Dokument.
- Die Neuigkeiten-Funktion ermöglicht das Versenden offizieller Mitteilungen innerhalb von speziellen Kontexten oder für die ganze Schule.
- Die **Übersichtsseite** bündelt die für die individuelle Nutzer\*in aktuellen, tagesrelevanten Informationen (z. B. *Welchen Kurs habe ich gleich? Welche Aufgaben sind noch offen?*) auf einem **Dashboard**.
- Der **Verwaltungs- und Administrationsbereich** bietet Übersicht über die Nutzer sowie die nötigen Einstellungen, um die HPI Schul-Cloud der Organisationsstruktur der Schule anzupassen.

### *Bald verfügbare Features*

- AGs, Fachbereiche, Projektarbeit und Schulorganisation werden durch die Zusammenarbeit in **Teams** abgebildet. In Teams stehen der Austausch von Dateien, News, Termine und die Funktionen aus dem Kursbereich zur Verfügung.
- Zusätzlich wird jedem **Team** automatisch ein Messenger bereitgestellt, der mit den Teammitgliedern synchronisiert ist. Dieser wird Schritt für Schritt für Kurse und Klassen angepasst und freigeschaltet.
- Auch die **schulübergreifende Zusammenarbeit** wird in Teams möglich sein. Lehrkräfte fungieren als Brückenköpfe zwischen den Schulen und können sich und Schüler\*innen unterschiedlicher Schulen miteinander vernetzen. **Nicht-schulische Akteur\*innen** können als **Expert\*innen** in Teams eingeladen werden – einfach und in den Zugriffsrechten auf die projektbezogene Arbeit begrenzt.
- Schulen können sich **selbstständig per LDAP anbinden** und sind dazu nicht mehr auf die Mitwirkung des Entwicklerteams der HPI Schul-Cloud angewiesen. Zusätzlich wird der Import aus Planungssystemen wie Untis untersucht.

- **Abstimmungstools** für einfache Fragen („Wohin geht unsere nächste Klassenfahrt?“) und formalisierte Wahlen (Schulsprecher, Klassensprecher) werden technisch bereitgestellt. Wie diese Tools sich in die rechtliche Grauzone zu elektronischen Wahlen (Stichwort Briefwahlverbot) einordnen, kann im Rahmen der schulpraktischen Erprobung innerhalb des Forschungsprojektes geklärt werden.

### Finden, Einstellen, Teilen und Bewerten von Inhalten

- Der **LernStore** ist der **zentrale Zugang zu Inhalten** von Verlagen, interaktiven Inhalteanbietern, OER (Open Educational Resources), Stiftungen und ausgewählten Videoinhalten und Blogs.
- Mit seiner **einheitlichen Ansicht** für verschiedenste Quellen erleichtert er mit seiner leistungsstarken Suche das Finden und Vergleichen von Bildungsinhalten.
- **Über eine Million Inhalte** von Anbietern wie Geogebra, Bundeszentrale für Politische Bildung, Serlo, Deutsche Digitale Bibliothek, Khan Academy, Siemens-Stiftung, Leifi Physik und viele andere mehr laden zum Stöbern und Entdecken ein.
- Inhalte aus dem LernStore lassen sich leicht eigenen Kursen und Unterrichtseinheiten **zuordnen**.

### Unterstützen von Lernen und Lehren

Lehrkräfte und Schüler\*innen organisieren sich in Kursen. Diese können Fachunterricht abbilden oder auch für themengetriebene Projekte eingesetzt werden. Innerhalb der Kurse können zusätzlich zum Dateiaustausch folgende Funktionen genutzt werden:

- Der **Editor** bildet das Herzstück des digital gestützten Lernens mit der HPI Schul-Cloud. Mit ihm können **Selbstlernformate und Unterrichtseinheiten vorbereitet und ausgespielt** werden.
- Im Editor lassen sich **Themen** erstellen, in denen **Texte, Bilder, Links, Inhalte aus dem LernStore** und **Videos** in sinnvoller Reihenfolge gebündelt und präsentiert werden können.
- Themen können **interaktive Tools** enthalten. Mit **nexBoard** steht den Pilot-schulen ein gemeinsam im Kurs nutzbares virtuelles, interaktives Whiteboard zur Verfügung. **Etherpad** als kollaborative Schreibfläche fördert die unkomplizierte Zusammenarbeit. **Geogebra** nutzt die interaktiven Möglichkeiten, um Geometrie zum Leben zu erwecken. Mit **CodeOcean** steht eine fortgeschrittene Programmierlernumgebung zur Verfügung. Tools können auch ohne Zuordnung zu Themen direkt im Kurs benutzt werden.

- **Aufgaben und dazugehörige Abgaben** bilden zusätzlich zu den kollaborativen Möglichkeiten das Rückgrat der Lehrkraft-Schüler\*innen-Interaktion. Lehrkräfte können Aufgaben erstellen und sehen übersichtlich aufbereitet die getätigten Abgaben der Schüler\*innen (Text oder Dateien), können daraufhin direkt **Feedback** geben. Im gleichnamigen Bereich werden alle Aufgaben aller Kurse gebündelt und mit etwaigen **Abgabefristen** dargestellt.
- Schüler\*innengruppen können in Kursen vorbereitet oder spontan erstellt werden. Innerhalb der Schüler\*innengruppe können mit dem Editor eigene Themen erstellt oder **Gruppenabgaben** zu Aufgaben getätigt werden.
- **Vertretungslehrer\*innen** können jederzeit dem Kurs hinzugefügt werden und haben so Zugriff auf die aktuellen Lernmaterialien.
- **Themen** und auch ganze **Kurse** lassen sich leicht im Kollegium **teilen**.

#### *Neuer Editor*

In der ersten Jahreshälfte 2019 überarbeiten wir unser Herzstück des digital gestützten Lernens, den Editor zur Erstellung und Ausspielung von Unterrichtsinhalten:

- **Erneuerung des technischen Unterbaus** des Editors auf Basis von React und GraphQL. Die HPI Schul-Cloud setzt damit auf zeitgemäße, gut kapselbare Technologien mit hoher Entwicklerakzeptanz.
- **Komplette Überarbeitung und Erweiterung des Interaktionskonzepts** zwischen Schüler\*innen, mit Lehrkräften, innerhalb von Gruppen und mit digitalen Whiteboards und Beamern inklusive Aufgaben- und Abgabenintegration noch näher am Unterrichtsgeschehen.
- **Verbesserte Abbildung von didaktischer Strukturierung von Inhalten** - Abschnitte im Editor sind nur noch durch das Thema oder zu erreichende Ziel definiert, nicht mehr durch das Datenformat der Inhalte.
- Neben dem Einsatz im Unterricht sollen die Möglichkeiten für das Erstellen von Inhalten für das **selbstorganisierte Lernen** stärker sichtbar gemacht werden, weniger implizit als bisher.
- Verbesserte **Einbindung** von Dateien, Bildern, Videos, Embeds und LernStore-Inhalten.
- **Verschlanke Benutzeroberfläche** für einen leichten Einstieg.

*Zusätzlich zur Überarbeitung des Editors integrieren wir folgende Tools:*

- Das **Digitale Klassenzimmer** erleichtert die Zusammenarbeit in der Klasse, ob spontan oder geplant. Arbeitsergebnisse können auf virtuellen Gruppentischen untereinander ausgetauscht werden und der Klasse gezeigt oder auf den Lehrertisch gelegt werden. Jeder Tisch verfügt über seine eigenen virtuelle Tafel, auf der mehrere Inhalte angezeigt und vergrößert werden können.

- Der **Schuljahresplaner** erleichtert die Erstellung von Stoffverteilungsplänen. Der Schuljahresverlauf wird visualisiert, Unterrichtsthemen lassen sich übersichtlich zuordnen. Auf einmal eingegebene Themen (z. B. Photosynthese in Biologie, Klasse 8) kann man bequem bei der Planung im Folgejahr zurückgreifen. Zusätzlich können Notizen, LernStore-Materialien und mit dem Editor erstellte Inhalte leicht einem Thema zugeordnet werden.



## 4 Handlungsfelder

### 4.1 Einheitlich und doch dezentral und modular: Die HPI Schul-Cloud als Infrastruktur für die Länder

Die HPI Schul-Cloud kann und sollte nach unserer Meinung durchaus als länderübergreifend nutzbare Plattform etabliert werden. Die erreichbaren Synergieeffekte und der in allen digitalen Infrastrukturen zu beobachtende Skaleneffekt sprechen eindeutig dafür. Durch das föderale deutsche Bildungssystem ergeben sich hierbei teilweise divergente Anforderungen, bedingt durch unterschiedliche Zielsetzungen, Gesetzeslagen und Bestandssysteme in den jeweiligen Ländern. Es gilt also hinter einem ohnehin leicht anpassbaren Erscheinungsbild die individuellen Anforderungen der Länder zu berücksichtigen und zu realisieren. Neben neu bereitzustellenden Diensten und Modulen gilt es, bereits bestehende Lösungen, welche auch künftig genutzt werden sollen, in die Architektur zu integrieren.

Damit die HPI Schul-Cloud diesem Anspruch gerecht werden kann und länderübergreifend als einheitliche Applikation einsetzbar ist, muss ein architektonischer Ansatz gewählt werden, der es erlaubt, den unterschiedlichen Anforderungen leicht gerecht werden zu können. Erreicht wird dies durch moderne Softwarearchitekturen und einen modularen Aufbau des Systems. Die einzelnen Dienste werden dabei als Microservices bereitgestellt.

Microservices sind weitestgehend entkoppelte Dienste, welche über sprachunabhängige Schnittstellen (APIs) kommunizieren. Jeder Microservice erfüllt dabei eine bestimmte Aufgabe, auf welche er spezialisiert und optimiert ist. In der Orchestrierung bilden sie dann die eigentliche Anwendung. Die Microservices laufen als isolierte Instanzen in Containern. Dies eröffnet dem Entwicklerteam eine große Flexibilität hinsichtlich der verwendeten Programmiersprache, eingesetzter Datenbanken und nicht zuletzt des Betriebssystems, auf welchem der Service laufen soll. Allgemein sind Microservices leicht austauschbar, sodass eine Neuentwicklung einen bestehenden Service ersetzen kann, sofern er die gleichen Funktionalitäten bereitstellt. Die externen Abhängigkeiten beschränken sich also auf die definierte Schnittstelle. Dies bietet auch beim Deployment deutliche Vorteile, da der Deploymentprozess für jeden Microservice unabhängig laufen kann und damit schlanker und schneller ist. Dienste können einzeln skalieren und auf unterschiedlichen Rechnern oder Rechenzentren installiert werden.

So wird eine heterogene Struktur an Diensten ermöglicht. Während die Anwen-

dung direkt für die Benutzer\*innen erreichbar ist und bspw. Benachrichtigungen einheitlich versendet werden, stehen die einzelnen Dienste nicht für einen direkten Benutzerzugriff zur Verfügung, sondern sind nur in der HPI Schul-Cloud erreichbar.

Um bestehende Dienste in die HPI Schul-Cloud einbinden zu können, werden diese über einen Microservice bereitgestellt, welcher die Kommunikation mit der Applikation über die definierten Schnittstellen ermöglicht. Dieses Vorgehen erlaubt es, nicht nur bestehende Dienste elegant in die HPI Schul-Cloud einzubinden, sondern auch die länderspezifischen Anforderungen zu realisieren.

Nach dem gleichen Muster können auch Anwendungen eingebunden werden, die nicht nur über eine Schnittstelle kommunizieren, sondern auch grafische Interaktionsmöglichkeiten bieten. Hier ist dann eine möglichst nahtlose Integration anzustreben, welche eher auf Komponenten, statt auf Anwendungsebene erfolgt.

##### **4.1.1 Wie weit sind wir auf dem Weg zur Infrastruktur?**

Mit dem erfolgreichen Roll-out an nunmehr 96 Schulen hat die HPI Schul-Cloud gezeigt, dass zeitgemäßes Lernen sinnstiftend durch eine cloudbasierte Lerninfrastruktur unterstützt werden kann. Neben funktionalen Erweiterungen, welche im Rahmen und auf Grundlage des ko-innovativen Entwicklungsprozesses (vgl. Kapitel 4.2) entwickelt werden, sind es vornehmlich drei Themenblöcke, die hier Aufmerksamkeit verdienen.

##### **4.1.2 Integration**

Unter dem verbindenden Charakter der HPI Schul-Cloud kann zum einen das Zusammenführen von Inhalt und Lernenden (durch den LernStore, siehe Kapitel 5.3) verstanden werden. Aber auch auf der technischen Ebene sind Integrationen und Anbindungen an andere Systeme eine wesentliche Aufgabe des Projektes. Grundlage hierfür ist der gewählte Ansatz der Aufgabentrennung. Funktionen, die bereits zufriedenstellend durch existierende Anwendungen erfüllt werden, sollen als Dienst eingebunden werden. Dies betrifft auch Funktionen, die aufgrund von datenschutzrechtlichen Anforderungen nicht im pädagogischen Netz bereitgestellt werden dürfen. Dazu gehören Themen wie die Übernahme von Stundenplan oder Schülerdaten. So kann die HPI Schul-Cloud an ein zentrales Identitätsmanagement-System (IdM) angebunden werden. Dabei kann nicht nur ein „Single-Sign-On“ (SSO) gewährleistet werden, sondern in der HPI Schul-Cloud vorgenommene Manipulationen, beispielsweise das Hinzufügen von Lernern in Klassen- oder Schulübergreifende Arbeitsgruppen, können wiederum in einem IdM-System hinterlegt werden. Dies ermöglicht eine Verwendung der hinterlegten Daten auch in anderen angebundenen Tools, beispielsweise einem Messenger. Je nach benötigter Integrationstiefe ist dabei eine Synchronisation via IdM-System ausreichend oder es muss eine zusätzliche direkte Synchronisation zwischen IdM-System und Drittanwendung stattfinden.

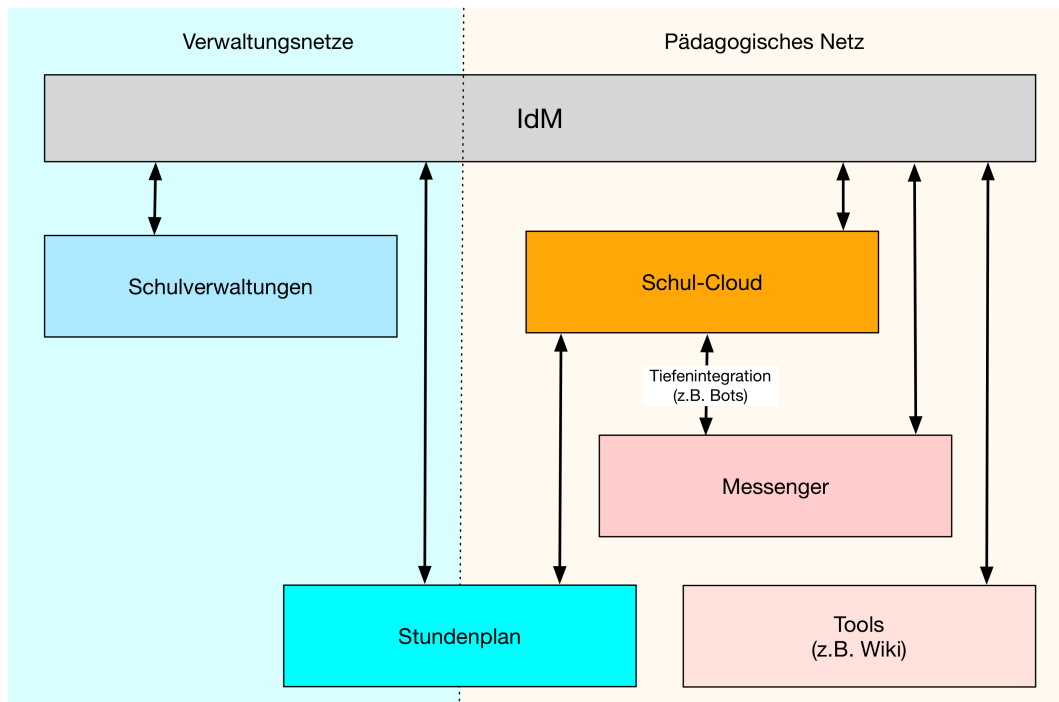


Abbildung 4.1: Integration

### 4.1.3 Modularisierung und Verstetigung: Die HPI Schul-Cloud als Architektur

Die modulare Struktur und der Wille zur umfassenden Integration mit existierenden Diensten zeigt zum einen die technische Anschlussfähigkeit der HPI Schul-Cloud, ist vor allem aber Ausdruck der Überzeugung, dass die Zeit monolithischer Anwendungen vorbei ist.

Abseits technischer Integrationen ist es unser erklärtes Ziel, mit Konsortien mehrerer Bundesländer oder auch mit einzelnen Ländern Musterlösungen für eine nachhaltige und offene Cloud-Architektur zu entwickeln. Prototypisch ist hierfür unsere Kooperation mit der Niedersächsischen Bildungscld (siehe Kapitel 4.1.4), die technisch auf der HPI Schul-Cloud basiert, aber andere Schwerpunkte setzt und daher verschiedene Dienste zur Architektur hinzufügt.

Auch in anderen Bundesländern ist dies nicht nur denkbar, sondern hochgradig sinnvoll. Bundesländer mit etablierten Lösungen für Identitätsmanagement, Dateispeicher, Stundenplanverwaltung, Schulverwaltung, Messaging, u. v. m. nutzen diese selbstverständlich weiter. Zum einen, weil die HPI Schul-Cloud keine Spezialanwendung für bspw. Schulverwaltungsbereich sein will, zum anderen weil wir selbst im eigenen Kernbereich auf entsprechende Integrationen setzen, bspw. die Open Source Software RocketChat als Messenger.

#### 4.1.4 Niedersächsische Bildungscloud

Auf der didacta Bildungsmesse 2018 in Hannover wurde die Kooperation mit der Niedersächsischen Bildungscloud (NBC) geschlossen. Eine Kooperation der beiden Cloud-Lösungen für Schule und Unterricht eignet sich aufgrund vieler Überschneidungen in den jeweiligen modular-skalierbaren Ansätzen. Weiterhin kann durch diesen modularen Aufbau der HPI Schul-Cloud-Architektur ebendiese leicht an geplante oder in Entwicklung befindliche Landeslösungen angeschlossen werden. Die Kooperation leistet einen logisch stringenten Beitrag zu Bundes- und Landesaktivitäten und bietet die Gelegenheit, schulübergreifende Cloud-Technologien bereits innerhalb der Erprobungsphase im Schulalltag agil weiterzuentwickeln und somit eine Lösung entstehen zu lassen, die langfristig sowohl landesübergreifend als auch länderspezifisch effizient eingesetzt werden kann.

Die Landesinitiative n-21 erprobt derzeit mit 45 Schulen die Einbindung der Niedersächsischen Bildungscloud in den Unterrichtsalltag. Die ausgewählten Schulen erstrecken sich über sämtliche Schulformen sowie zwei Studienseminare. Die Projektschulen stammen aus urbanen Zentren sowie ländlichen Regionen. Das gemeinsame Projekt gliedert sich in das Konzept der Medienkompetenz in Niedersachsen „Ziellinie 2020“ ein, welche das Lernen mit schülereigenen Geräten, dem „Bring Your Own Device“ Ansatz vorschreibt. Insbesondere bietet sich die Chance, durch die Anbindung der niedersächsischen Projektschulen während der Erprobungsphase, eine bundeslandspezifische Plattform zu entwickeln und weitere Projektschulen neben den Gymnasien aus dem nationalen Excellence-Schulnetzwerk MINT-EC einzubeziehen.

Inhaltlich ergeben sich Anpassungen vor allem aus der Zielrichtung schulübergreifender Kollaboration, welche die Niedersächsische Bildungscloud ermöglichen soll. Hierfür haben wir in Kooperation mit n-21 e. V. die Teams-Funktion entwickelt. Diese ermöglicht es, Projektgruppen aus Nutzer\*innen mehrerer Schulen sowie externe Partner zusammenzufassen und ihnen einen Raum zum gemeinsamen Arbeiten zu geben. Getestet wurde hierbei erstmals der Einsatz eines dedizierten Identitätsmanagement-System als Szenario für eine landesweite Nutzerverwaltung im hoheitlichen Betrieb.

## 4.2 Eine andere Pädagogik ermöglichen: zeitgemäßes Lernen mit der HPI Schul-Cloud

Die politische und gesellschaftliche Debatte über das, was am besten als zeitgemäßes Lernen beschrieben wird, krankt in vielerlei Hinsicht daran, dass gar nicht so richtig klar ist worüber geredet wird. Dies zeigt sich an den vielen Begrifflichkeiten: digitale Bildung, digitales Lernen, digital unterstütztes Lernen, mobiles Lernen, E-Learning, Tele-Teaching – die Liste könnte weitergeführt werden.

Neben dieser Begriffsverwirrung bleibt auch unklar, was denn überhaupt der Zweck dieses Konstrukts wäre. Geht es um den Einsatz neuer digitaler Lehr- und Lernmittel, geht es um die Abschaffung von Schulbüchern und deren Ersatz durch neue Medien, geht es gar um eine vollständige Ersetzung traditioneller Unterrichtsformen durch neue digitale Formate, oder geht es darum, Lernergebnisse zu verbessern? Obwohl das alles unklar ist, wird von digitalem Lernen ein ominöser Mehrwert für das Lernergebnis erwartet.<sup>7</sup>

Wer an einen solchen Mehrwert glaubt, spricht meist von digitalem Lernen oder digitaler Bildung. Wem es darum geht Lernen zu verändern, um die Realität neuer Arbeitswerkzeuge (mobile Endgeräte, digitale Kommunikations- und Kollaborationstools) auch in der Schule Einzug halten zu lassen, der wird vielleicht von mobilem Lernen sprechen. Ein Mehrwert wird an dieser Stelle gar nicht verlangt, er liegt im veränderten Lernprozess selbst.<sup>8</sup>

Allerdings streifen diese Diskussionen nur sehr bruchstückhaft den durch die digitale Transformation getriebenen gesellschaftlichen Wandel und seine Bedeutung für das System Schule. Zeitgemäßes Lernen bedeutet vor allem auch einen Wandel von Zielhorizonten, von Organisations- und Kommunikationsstrukturen in der Schule. Dieser Wandel verändert alles, verändert was wir lernen, warum wir es lernen, wie wir es lernen und auch woraus der Lernerfolg besteht.

Eine gute Vorstellung, vor welchen Herausforderungen Schulen im digitalen Zeitalter stehen, bietet das Konzept der vier 21st Century Skills – Kreativität, kritisches Denken, Kollaboration und Kommunikation. Es beschreibt recht prägnant, in welche Richtung der sich abzeichnende Wandel von Schule geht. Dabei dürfen die Begriffe nicht missverstanden werden: Bei Kreativität geht es nicht um Kunst und geniale Innovationen. Es geht darum, „Neues denken zu können (Kreativität), selbst denken zu können (kritisches Denken), mit Anderen zusammen denken zu können (Kollaboration) und eigenes Denken (mit-)teilen zu können (Kommunikation).“<sup>9 10</sup>

---

<sup>7</sup>Zum Mehrwertbegriff vergleiche Krommer, Axel: Wider den Mehrwert! Oder: Argumente gegen einen überflüssigen Begriff, <https://axelkrommer.com/2018/09/05/wider-den-mehrwert-oder-argumente-gegen-einen-ueberfluessigen-begriff/#more-1318>, letzter Zugriff: 18.10.2018.

<sup>8</sup>Das hinter dieser Denkhaltung stehende wissenschaftliche Konzept ist das SAMR Modell von Puentedura, vgl. Puentedura, Ruben: Transformation, Technology and Education, 2006.

<sup>9</sup>Muuß-Merholz, Jöran: Die 4K-Skills: Was meint Kreativität, Kritisches Denken, Kollaboration, Kommunikation?, <https://www.joeran.de/die-4k-skills-was-meint-kreativitaet-kritisches-denken-kollaboration-kommunikation/>, letzter Zugriff: 18.10.2018.

<sup>10</sup>Nicht verschwiegen werden soll, dass das 4K-Modell durchaus auch Widerspruch hervorruft, sowohl aus der Perspektive einer angeblichen Ökonomisierung der Bildung durch Kompetenzorientierung, als auch aus einem angeblichen Konflikt mit dem humboldtschen Bildungsideal. Vgl. zur Kritik einer angeblichen Ökonomisierung Prof. Dr. Kautz, Jochen: Kompetenzen machen unmündig. Eine zusammenfassende Kritik zuhanden der demokratischen Öffentlichkeit. in: Die Schule ist kein Wirtschaftsbetrieb. Bildung in der Effizienzfalle?, hrsg. von René Scheppeler GEW Wies-

Um diese Herausforderungen annehmen und meistern zu können, braucht es Infrastrukturen in den Schulen, die Lehrer\*innen und Schüler\*innen in die Lage versetzen, auch in Auseinandersetzung mit den disruptiven digitalen Entwicklungen unserer Zeit Neues zu denken, eigenständige Beiträge zu leisten, in der Klasse und darüber hinaus mit Anderen kommunizieren und zusammenarbeiten zu können.

Ansatz unseres Projektes ist es in diesem Sinne nicht, mit einem eigenen pädagogischen Konzept unsere Version des zeitgemäßen Lernens über den Weg der HPI Schul-Cloud in Deutschlands Schulen zu verbreiten. Digitale Transformation und zeitgemäßes Lernen bedeutet für uns, dass pädagogische Konzepte in einem kollaborativen Prozess mit allen Stakeholdern – in erster Linie Lehrer\*innen und Schüler\*innen – entwickelt werden. Wenn wir also darüber sprechen, wie wir eine andere Pädagogik ermöglichen wollen, dann können wir nur darüber sprechen, in welchen Prozessen wir mit denjenigen arbeiten, die Pädagogik und Didaktik jeden Tag in der Schule leben.

#### **Wie ist unser Arbeitsmodus?**

Der Anspruch ist, gemeinsam mit den Nutzer\*innen ein Werkzeug zu schaffen, das dem komplexen Schulalltag gerecht wird. Die Einbeziehung von Nutzer\*innen und ihr Feedback sind daher Grundpfeiler für die nachhaltige, praxisorientierte Einrichtung der HPI Schul-Cloud. Förderlich für diesen Prozess ist, dass viele Mitglieder des HPI Schul-Cloud-Teams fachlich einen pädagogischen Hintergrund haben. Einige Mitarbeiter sind selbst bzw. waren Lehrer\*innen oder haben Lehramt studiert. Hierdurch ergibt sich ein Verständnis für die optimale Ausgestaltung der HPI Schul-Cloud, ohne jedoch pädagogische Richtlinien vorzugeben oder vorgeben zu wollen.

Wir gehen auf die Bedürfnisse unserer Nutzer\*innen ein und wollen ein Hilfsmittel entwerfen, mit dem sich Konzepte für zeitgemäßen Schulunterricht realisieren lassen. Die wichtigsten Instrumente zur Einbeziehung der Nutzer\*innen bei der Programmierung der HPI Schul-Cloud sind:

- **User-Stories und die Problem-Meldefunktion:** In der HPI Schul-Cloud können Online-Masken ausgefüllt werden, die ein direktes Feedback zur Anwendung und eventuell aufgetretenen Schwierigkeiten ermöglichen. Außerdem führen wir regelmäßige Nutzerumfragen zu allen möglichen Themen durch.
- **Die AG-Unterricht:** Hier können Lehrer\*innen im produktiven Austausch Erfahrungen, Wünsche und Bedürfnisse kommunizieren und an das HPI Schul-Cloud-Team weitergeben. Kleinere Anliegen zur Bedienbarkeit können zeitnah von den Entwickler\*innen übernommen werden. Bei der AG-Unterricht

---

baden, [https://www.gew-hessen.de/fileadmin/user\\_upload/themen/gegen\\_oek\\_v\\_bildg/publikation\\_kompetenzen\\_unmuendig\\_web.pdf](https://www.gew-hessen.de/fileadmin/user_upload/themen/gegen_oek_v_bildg/publikation_kompetenzen_unmuendig_web.pdf), letzter Zugriff: 18.10.2018, Vgl. zum Konflikt mit dem humboldtschen Bildungsideal Füller, Christian: Im Nerv getroffen, <https://www.freitag.de/autoren/der-freitag/im-nerv-getroffen>, letzter Zugriff: 18.10.2018.

handelt es sich ausschließlich um einen Feedback-Kanal für Lehrer\*innen. Entsprechende Feedback-Kanäle für Schüler\*innen sollen geschaffen werden.

- **Direkte Kontakte:** Das Team der HPI Schul-Cloud pflegt den persönlichen Austausch mit Nutzer\*innen. User, die Probleme haben, können (innerhalb der Datenschutzrichtlinien) direkt per E-Mail oder Telefon kontaktiert werden. Das MINT-EC-Team ist zudem immer wieder in den Schulen vor Ort, um regelmäßig Rückmeldungen zu erhalten und auf Probleme einzugehen.
- **Webinare:** Unser Kooperationspartner MINT-EC veranstaltet regelmäßig Webinare, in denen grundlegende und neue Funktionen der HPI Schul-Cloud erklärt und vorgestellt werden. Außerdem gibt es ein Q&A-Webinar, in dem Fragen zur HPI Schul-Cloud direkt beantwortet werden.
- **Design-Thinking-Workshops:** Gemeinsam mit Lehrer\*innen und Schüler\*innen aus den Pilotschulen werden halbjährlich mit dem Ansatz des Design Thinking innovative Lösungen für konkrete Problemstellungen entwickelt. Die Herangehensweise des Design Thinking ist bekannt dafür, Nutzerwünsche und -bedürfnisse besonders zu berücksichtigen. Für die Entwicklung der HPI Schul-Cloud sind die auf den Workshops erarbeiteten Ideen sehr essentiell.
- **Externe bildungswissenschaftliche Begleitung:** Zur Entwicklung von Beispielen für die Unterrichtsgestaltung und -organisation mit der HPI Schul-Cloud sowie einem Nutzungskonzept für Pilotschulen ist eine externe bildungswissenschaftliche Begleitung beauftragt (z. B. die Universität Augsburg und das Georg-Eckert-Institut). Sie befasst sich unter anderem mit einer pädagogisch-didaktisch sinnvollen Anwendung, Best-Practice-Beispielen sowie Potenzialen der HPI Schul-Cloud. (Vgl. Kapitel 6)

Durch die genannten Feedbackmaßnahmen und die stetige Rückkopplung im Entwicklungsprozess sind wir in der Lage, Lösungen zu schaffen, die praxisnah und leicht bedienbar sind. Hierbei werden keine Empfehlungen für die Ausgestaltung des Unterrichts ausgesprochen, dennoch sind sich die Entwickler\*innen darüber bewusst, wie die Struktur der HPI Schul-Cloud (mit ihren Features und Funktionen) den Schulunterricht beeinflusst und verändert. Für die Entwicklung der HPI Schul-Cloud sind die Rückmeldungen der Nutzer\*innen daher eine wichtige Komponente und notwendig für einen stetigen Innovations- bzw. Veränderungsprozess in der Ausgestaltung des Schulunterrichts mit digitalen Mitteln. Die Nutzer\*innen fungieren als Prüfstein, damit unsere Plattform vor allem folgende Merkmale erfüllt: praxisnah, einfach und sicher.

### **4.3 Ein Markt für Lerninhalte: Verlage und OER auf einer Plattform**

Deutschland hat ein föderales Schulsystem. Jedes Bundesland hat seine eigenen Regeln für die Zulassung von Lernmitteln- und materialien. Jedes Bundesland hat

seine eigenen Abläufe wie Budgets verteilt werden. Und jedes Bundesland hat seine eigenen Lehrpläne und die darauf zugeschnittenen Schulbücher. Aber was passiert, wenn sich alle diese Regeln und Abläufe im Zeitalter des Internets behaupten müssen? Soll jedes Bundesland eine eigene digitale Unterrichtsplattform entwickeln? Und zusätzlich eine eigene Lösung, wie Lernmaterialien eingekauft werden? Wer lizenziert diese Lehrmaterialien? Und woher kommt der Content, der am Ende im Unterricht eingesetzt wird?

Die HPI Schul-Cloud bietet mit der LernStore-Idee einen Ansatz, all diese Fragen einer befriedigenden Antwort zuzuführen. Ein LernStore soll eine offene und transparente Plattform für digitale Lehr- und Lernmaterialien bieten. Je nach Wunsch des jeweiligen Betreibers können diese in einen LernStore aufgenommen und über die Pseudomysierungsmechanismen der HPI Schul-Cloud datenschutzrechtskonform im Unterricht genutzt werden. LernStores werden idealerweise von mehreren Bundesländern gemeinsam betrieben, es kann sie jedoch auch für einzelne Schulen oder alle Schulen eines Schulträgers oder eines Bundeslandes geben, je nachdem wer die Auswahl der in den LernStore aufzunehmenden digitalen Lehr- und Lernmaterialien trifft und wie der Auswahlprozess gestaltet ist. Die Materialien selbst können frei lizenzierte Medien (Bilder, Grafiken, Audiodateien, Videos, etc.), spezifisch für den Einsatz im Bildungsbereich erstellte Open Educational Resources unter Creative Commons-Lizenz oder auch professionelles Material von Schulbuchverlagen sein. Im letztgenannten Fall geht es dann auch um die Frage kostenpflichtiger Lizenzen. Unter einer Lizenz wird dabei ein Nutzungsrecht für einen Lerninhalt verstanden, das über einen bestimmten Zeitraum gültig ist. Lizenzen können für Einzelnutzer\*innen, für Klassen, für Schulen oder Bundesländer erworben werden und ermöglichen dann einen direkten Zugang über die HPI Schul-Cloud.

Das LernStore Konzept ist eine gesellschaftliche Pionierarbeit; Vergleichbares gibt es in der deutschen Bildungslandschaft bisher noch nicht bzw. nur in Form des Bildungslogins, an dem jedoch nur die Mitglieder des Verbandes der Bildungsmedien teilnehmen können und der mit seinen Funktionen in beinahe jeder Hinsicht nicht mit den Einkaufsplattformen der Schulbuchverlage selbst konkurrieren kann.

- Größere Verlage vertreiben ihre Online-Inhalte klassisch mit dem Schulbuch verkoppelt als Gesamtpaket wie z. B. Westermann mit seiner Bibox oder der Cornelsen Verlag mit seinem mBook. Der LernStore will dieses Prinzip beibehalten, aber das Schulbuch- und Verlagsangebot um weitere Produkte wie OER neben den Verlagsprodukten erweitern.
- Kleinere Verlage outsourcen ihre IT-Lösungen in vielen Fällen und verfügen nur eingeschränkt über die Schnittstellen, um ihre digitalen Lehr- und Lernprodukte bereitzustellen – die HPI Schul-Cloud ist hier in der Lage, sich ganz individuell auf verschiedene Verlagssshops einzustellen.
- E-Learning-Start-ups verfügen meistens selbst über alle technischen Voraussetzungen, sind aber nicht in der Lage, den umfangreichen Datenschutzerfordernungen für eine Nutzung im Klassenraum zu entsprechen. Sie können von



der Pseudonymisierungs-Engine der HPI Schul-Cloud profitieren, die es ihnen ermöglicht, ihr Angebot über den LernStore den Schüler\*innen und Lehrer\*innen datenschutzkonform zugänglich zu machen.

- OER-Materialien stehen oftmals vor Zertifizierungsproblemen bei der Qualitätssicherung; Lehrer\*innen können sich in der Überfülle an OER-Materialien nicht zurechtfinden. Ein LernStore kann hier über automatisierte Metadaten-schnittstellen helfen, die Inhalte hochwertiger und kostenloser OER Materialien in die richtigen Unterrichtskontexte einzuordnen und besser in Schulen verfügbar zu machen.

Wir laden alle Anbieter von Lehr- und Lernmaterialien und -inhalten ein, auf der Ebene einer datenschutzkonformen technischen Verfügbarkeit zusammenzuarbeiten, um damit mehr, besser durchsuchbare und vielfältigere Materialien verfügbare zu machen.

#### **Wo stehen wir mit dem LernStore?**

Für den LernStore ist ein Prototyp seit Oktober 2018 in Entwicklung. In Kooperation mit den involvierten Bundesländern sollen alle Eigenschaften eines LernStores getestet werden: Von der Pseudonymisierung, zur Suche, zum Store, zum Content Delivery-System. Aus Sicht der HPI Schul-Cloud sind dies die vier Formen von Technologien, die fest an den LernStore gekoppelt sind und mit ihm zusammen entwickelt werden:

1. Die Pseudonymisierung und Einbindung von Lerninhalten: Der sichere Schutz der Daten von Nutzer\*innen, die im LernStore Produkte erwerben. Diese schließt einen Single Sign-on mit ein, der einen Log-In zu den Plattformen zahlreicher Anbieter ermöglicht und einen universellen Marktzugang für Teilnehmer des LernStores schafft.
2. Die Materialiensuche und Metadaten-schnittstellen: Die Search-Engine des LernStores in der HPI Schul-Cloud passt sich den inhaltlichen Zusammenhängen der angebotenen Materialien und Suchanfragen an. Dadurch werden auch OER (Open Educational Resources) besser im Zusammenhang mit Schulbuchinhalten aufgelistet. Zusätzlich müssen für alle Lernmaterialien auch die Metadaten bzw. Regeln der Nutzungslizenzen der Materialangebote mit verwaltet werden. In der HPI Schul-Cloud wird zur Indexierung zwischen verschiedenen Medientypen unterschieden. Entsprechend des Ziels der HPI Schul-Cloud, exemplarisch zu demonstrieren, wie mediale Bildungsangebote verschiedener Anbieter in einer Cloud zusammengeführt werden können, finden sich in den folgenden Kategorien über den LernStore Medien von OER, Bildungstiftungen, EdTech-Start-ups sowie Bildungsverlage versammelt wieder:
  - a) Medienobjekte sind im weitesten Sinne Medienelemente, die als kleinstmögliche Einheit eine zu lernende Information enthalten, jedoch nicht unbedingt für Bildungszwecke hergestellt wurden. Beispiele sind Bilder, Kurztex-te, Fachtexte als HTML-Seiten, Filme und Animationen.

- b) Lernobjekte sind Medienobjekte, die im Kontext des Unterrichts eine bestimmte didaktische Intention erfüllen. Beispiele sind Einführungsvideos oder Nachbereitungen in Form von Quizzes. Hierzu gehören des Weiteren auch umfangreichere Medien, die als Sammlung mehrere Phasen des Unterrichts unterstützen.
  - c) Rahmenplan-orientierte Lernobjekte verweisen über Metadaten oder durch anderweitige Verweise auf Vorgaben der jeweiligen relevanten Lehr- oder Rahmenpläne und sind damit Bundesländern, Klassenstufen und womöglich Kompetenzstufen zugeordnet.
  - d) Tools für den Unterricht sind interaktive, webbasierte Werkzeuge für Lehr- und Lernszenarien für Lernende (nachmittags, Gruppenaufgaben), Lehrende (Unterrichtsvorbereitung, Unterrichtsbegleitung) sowie für Lernende und Lehrkräfte im selben Moment (Unterrichtssituationen, Wissenserarbeitung). Einige Tools, wie z. B. neXboard sind in mehreren Situationen anwendbar. Andere unterstützen die gemeinsame Erzeugung von Dokumenten oder Wissensständen (z. B. Etherpad) oder ermöglichen eine mediale Vorbereitung des Unterrichts durch die Lehrkräfte.
3. Spezifizierungen des LernStore-Interfaces: Für die Entwicklung eines Prototypen sehen wir eine Reihe handlungsleitender Fragen. Darunter fallen:
- a) Wie lassen sich die Lizenzmodelle von analogen Medien in das Digitale übertragen? Lizenzmodelle sind vielfältig. Und für den Wechsel vom analogen zum digitalen Schulbuch stehen viele verschiedene Modelle zur Verfügung, die mit unseren Kooperationspartnern diskutiert wurden: von digitalen Lizenzen für spezifische Inhalte, die 10–15 Jahre lang gültig sind zu personenbezogenen Lizenzen, die lebenslang gültig sind. Der LernStore wird versuchen die Möglichkeiten einzuschränken, um eine bessere Orientierung zu bieten. Wichtig ist vor allem, dass Schulen durch die ihnen zur Verfügung stehenden Budgets ein stabiler Nachschub an neuen Materialien ermöglicht wird.
  - b) Wie könnte eine Budgetverwaltung über den LernStore funktionieren? 9000 Kommunen verwalten 40.000 Schulen. Der LernStore muss mit den Gegebenheiten und Ansprüchen der individuellen Schulträger der Kommunen in ganz Deutschland umgehen können. Lehrer\*innen müssen zum Beispiel im aktuellen System für jeden Lehrinhalt, den sie erwerben, einen Antrag auf finanzielle Mittel stellen, der von den Schulleiter\*innen (in prokura), also im Auftrage des Schulträgers bearbeitet wird. Dieses System lässt sich vereinfachen, indem die Anträge für einzelne Lehrmaterialien getrackt und zentral abgerechnet werden. Generell sollten Schulen aus dem Interface des LernStores heraus erfahren, welche Titel aus den zur Verfügung stehenden öffentlichen Budgets eingekauft werden können.
  - c) Kann der LernStore die Zulassung von Schulbüchern aufbrechen, indem er zertifizierte E-Learning-Units anstatt Schulbücher anbietet? Dies hängt individuell von der Entscheidung der Schulträger ab, wieweit sie finan-

zielle Spielräume für welche Materialien einräumen. Units oder kleinere Einheiten von Arbeitsblättern müssen dabei nicht wie bei der Zulassung mit einem Gütesiegel versehen werden, sondern es genügt, wenn die Schulträger bereit sind das Budget für digitale Lernmaterialien zu erhöhen.

4. Das Content-Delivery-System: offene Fragen sind hier: Was passiert nach dem Store, wenn die Materialien erworben wurden? Wie werden sie innerhalb der HPI Schul-Cloud gelistet? Wie können sie direkt im Unterricht eingesetzt werden? Wie funktionieren Feedback und die Bewertung von Materialien? Wie kann zwischen privatem Einkauf (durch Eltern) und einem Einkauf im Schulkontext differenziert werden? Das Bachelorprojekt 2018/19 soll diese Fragen im Laufe des Projektes zunehmend beantworten.

#### **4.4 Selbstverständlichkeiten, die nicht selbstverständlich sind: Eine Lösung für den Datenschutz in der Schule finden**

Wie gelingt es der HPI Schul-Cloud, die Daten der Schüler\*innen und Lehrer\*innen zu deren Vorteil einzusetzen? Die Antwort lautet: Durch Interaktivität, durch das Speichern von Lernständen, durch die Möglichkeit des gemeinsamen Feedbacks! Dafür müssen Daten gesammelt werden, die es der HPI Schul-Cloud erlauben, sich von klassischen Lernportalen abzugrenzen und Schüler\*innen eine Welt voller Möglichkeiten eröffnen. Das Stichwort hier ist personalisiertes Lernen: Inhalte von Anbietern können individualisiert auf die Stärken und Schwächen der Schüler\*innen angepasst werden und geben den Lehrenden Auskunft über den erreichten Lernfortschritt. Schüler\*innen lernen sich besser einzuschätzen. Sie erfahren sofort nach Bearbeitung einer Aufgabenstellung wie diese eingeschätzt wird, ob z. B. eine Mathelösung richtig oder falsch ist und können durch das unmittelbare und gezielte Feedback ihre Lernpfade aus einer Fülle an Materialien auswählen.

Um das zu realisieren, um eine Nutzung der verschiedenen Lehr- und Lerninhalte verschiedener Anbieter über die HPI Schul-Cloud zu ermöglichen braucht es einen gezielten Datenaustausch, den es datenschutzrechtskonform zu gestalten gilt. Alle Lernenden haben ein Recht auf ihre Daten. Aber wie kann das in einer Welt gehandhabt werden, in der jeder Lerninhalt mit jedem Gerät von überall aus zugreifbar sein soll? Hier stellen sich eine ganze Reihe wichtiger Fragen: Was passiert mit den Daten, die bei der Nutzung der HPI Schul-Cloud im Unterricht oder zuhause anfallen? Wie werden sie geschützt? Schränkt dieser Schutz die Handlungsfähigkeit von Schüler\*innen oder Lehrer\*innen ein? Was geschieht mit den Daten, die bei der Nutzung von Lehr- und Lerninhalten Dritter im LernStore anfallen? Das geltende Recht legt mit der DSGVO sehr hohe Maßstäbe. Lehrer\*innen handeln rechtswidrig, wenn sie im Unterricht Lernsoftware zum Einsatz bringen, die personenbezogene Daten

verarbeiten – also eigentlich alle, die interaktiv auf den spezifischen Leistungsstand der Schüler\*innen eingehen können – ohne vorher die Zustimmung der Eltern (und ab 16 Jahre auch die der Schüler\*innen selbst) einzuholen. Welchen Ansatz wählt die HPI Schul-Cloud zum Schutz der Daten ihrer Nutzer\*innen, also der Daten von Schüler\*innen und Lehrer\*innen?

Um die Abstimmung mit den externen, über die HPI Schul-Cloud erreichbaren Plattformen der Inhalte-Anbieter zu ermöglichen, braucht es eine Pseudonymisierungseingine, die Nutzeridentitäten bei jedem Übergang von der HPI Schul-Cloud in die Welt eines Inhalte-Anbieters im Hintergrund und von den Nutzer\*innen unbemerkt verschleiert. So wird verhindert, dass die verschiedenen Inhalteanbieter Zugang zu personenbezogenen Daten der Nutzer\*innen erlangen und im Extremfall Schüler\*innen später einmal ungewollt mit ihren Lernergebnissen in der Vergangenheit assoziiert werden können: Niemand möchte, dass ein zukünftiger Arbeitgeber weiß, wie gut oder schlecht Anna in der siebten Klasse in Mathe war.

Mit der Pseudonymisierung wird die Sicherheit der Daten gewährleistet ohne aber die Daten zu isolieren oder wegzusperren und dadurch die Vorteile des personalisierten bzw. kollaborativen Lernens einzuschränken – denn personalisiertes Lernen und die verbundene Vielfalt an Medien und Kollaborationserkzeugen bleiben doch der Hauptgrund vom Schulbuch in die Cloud zu wechseln. Nicht zuletzt ist Pseudonymisierung auch rechtlich erforderlich. Die DSGVO verlangt in Art 21 Absatz 1 dem Stand der Technik entsprechende technische Maßnahmen, um ein angemessenes Schutzniveau für personenbezogene Daten zu erreichen, Pseudonymisierung ist hier explizit genannt. Eine der Hauptaufgaben des HPI Schul-Cloud Projektes ist es damit, eine Lösung dieses rechtlichen und strukturellen Problems zu schaffen.

#### **Was sind personenbezogene Daten?**

Daten sind personenbezogenen, sobald sie sich einer Person persönlich oder sachlich zuordnen lassen: Also eine Telefonnummer, E-Mail-Adresse, Schule, Klasse, selbst die IP-Adresse sollte nicht für Außenstehende sichtbar sein. Jede dieser Eigenschaften wird in einem Softwaresystem in einer Datenbank aufgelistet. In der HPI Schul-Cloud wird zum Beispiel jedem/jeder Schüler\*in eine eindeutige Identifikationsnummer (ID) zugewiesen, mit dem sich alle Eigenschaften zuordnen lassen, sobald seine/ihre Identität im System angefordert wird, um personales, interaktives und adaptives Lernen zu ermöglichen. Interessant ist, dass der Art. 4 Nr. 5 DS-GVO besagt, dass Daten als personenbezogen gelten, selbst wenn sie pseudonymisiert sind. Die Definition der Pseudonymisierung gilt hier:

*[...für] die Verarbeitung in einer Weise, dass die personenbezogenen Daten ohne Hinzuziehung zusätzlicher Informationen nicht mehr einer spezifischen betroffenen Person zugeordnet werden können, sofern diese zusätzlichen Informationen gesondert aufbewahrt werden und technischen und organisatorischen Maßnahmen unterliegen, die gewährleisten, dass die personenbezogenen Daten nicht einer identifizierten oder identifizierbaren natürlichen Person zugewiesen werden. (Art. 4 Abs. 5 EU-DSGVO)*

### **Eine Identität für alles und jeden**

Die Regeln sind streng und setzen in Deutschland hohe Hürden. Dies ist auch ein Grund dafür, warum der Einsatz von Onlinematerialien in Schulen bisher eine untergeordnete Rolle spielt. Anbieter von Bildungsmedien fürchten sich vor eigenen Lösungen für die Pseudonymisierung, die technisch fehleranfällig sein können. Die HPI Schul-Cloud möchte das verändern und die Anbieter von Bildungsinhalten dabei mitnehmen: mit einer Identität für Schüler\*innen, die Zugang für Lehrer\*innen, Klassen und Schüler\*innen untereinander ermöglicht, aber die Daten nach außen sicher verschlüsselt. Die Identität wird dabei bestimmte Bedingungen erfüllen:

#### 1. Cross-Profiling

Es müssen für verschiedene Identitäten bei verschiedenen Anbietern oder Diensten unterschiedliche Pseudonyme verwendet werden, die untereinander keine Rückschlüsse zulassen, damit auch mit Big Data Analysen dem Lernenden A nicht das Deutschbuch B oder der Mathekurs C zugeordnet werden kann.

#### 2. Lösbarkeit der Daten

Die Daten müssen auf Wunsch jederzeit lösbar sein und keine Datenrückstände hinterlassen. Um dies zu vereinfachen soll die Identität nur dann pseudonymisiert werden, wenn es unbedingt notwendig ist. Ansonsten werden die Daten anonymisiert (Referenz).

#### 3. De-Pseudonymisierung

Wenn beim Bearbeiten der Materialien die Namen der Nutzer\*innen oder personenbezogene Daten der Schüler\*innen verwendet werden, müssen diese situationsspezifisch rückentschlüsselt werden. Dies gilt auch, wenn Lehrer\*innen sich innerhalb einer Lernapplikation mit Lernenden vernetzen wollen.

#### 4. Deep-Linking

Auch über verlinkte Lernressourcen, mit denen die Nutzer\*innen arbeiten, sollen keine Rückschlüsse auf die Identität möglich sein.

#### 5. Kommerzieller Schutz für die Anbieter

Natürlich muss der Content zugleich exklusiv für die Nutzer\*innen der HPI Schul-Cloud zugänglich sein und keine Sicherheitslücken zulassen, sodass unbefugte Nutzer\*innen keine Pseudonyme kapern können. Vor allem hinsichtlich kommerzieller Inhalte ist dies eine der wichtigsten Bedingungen.

### **Pseudonymisierung vs. Anonymisierung**

Nicht zu verwechseln ist die Pseudonymisierung mit der Anonymisierung. Dies bedeutet die komplette Verschlüsselung von Nutzerdaten. Oder genauer gesagt:

*Anonymisieren ist das Verändern personenbezogener Daten derart, dass die Einzelangaben über persönliche oder sachliche Verhältnisse nicht mehr oder nur*

*mit einem unverhältnismäßig großen Aufwand an Zeit, Kosten und Arbeitskraft einer bestimmten oder bestimmbarer natürlichen Person zugeordnet werden können. (§3 Absatz 6. BDSG)*

Die Konsequenz daraus ist, dass der Aufwand relativ am Stand der Technologie zum Zeitpunkt der Anonymisierung gemessen wird. Daher müssen wir als Entwickler miteinbeziehen, was an technischen Neuerungen zukünftig absehbar ist. Einsatzfälle in der HPI Schul-Cloud können Anbieter sein, die nur Produkte bereitstellen wollen, ohne diesen Inhalt einer Schülerin oder einem Schüler genau zuzuordnen, wie zum Beispiel Infografiken oder 3D-Modelle. Jedoch wünschen viele Anbieter trotzdem ein Feedback zur Nutzung ihrer Produkte: Die Daten können dann zum Zwecke der Produktentwicklung und Forschung anonymisiert werden.

#### **Implementation der Pseudonymisierungs-/Depseudonymisierungseingine**

bettermarks und Cornelsen bieten interaktive Schulbücher an. Sie speichern den aktuellen Bearbeitungsstand von Aufgaben und analysieren für Lehrer\*innen die Schwachstellen der Schüler\*innen. Dazu muss der/die Schüler\*in die Schulbücher mit einem Account benutzen; am besten mit einem zentralen Account, sodass er/sie sich nicht jedes Mal neu einloggen muss, sobald er/sie einen Link zu einem Schulbuch mit externer Nutzerauthentifikation über die HPI Schul-Cloud verwendet. Um solche Accounts zu ermöglichen, hat das Entwicklerteam der HPI Schul-Cloud mit bettermarks die Verwendung des OAuth2-Standards für den Single Sign-on vereinbart. Single Sign-on bedeutet, dass der/die Schüler\*in das Schulbuch mit seinem/ihrer existierenden Account nutzen kann. Da er/sie in der HPI Schul-Cloud bereits eingeloggt ist, kann er/sie ohne Eingabe von Nutzerdaten sein/ihr personalisiertes Schulbuch aufrufen und damit weiterarbeiten. Ein Beispiel aus dem alltäglichen Leben ist der universelle Login zu vielen Diensten über Facebook oder einen Google Account – nur, dass im Falle der HPI Schul-Cloud die Nutzeridentität trotz Single Sign-on verschlüsselt bleibt.

#### **Technische Umsetzungen**

Nach aktuellem Stand sind die Pseudonymisierung und Integration von Lernressourcen als Prototyp implementiert, der bald in das Live-System der HPI Schul-Cloud übertragen werden soll. Damit sind die vorgestellten Techniken weiterhin auf dem Level eines Prototyps zu betrachten:

- Pseudonymisierung – Die Nutzer ID: Um die Anbieter mit den Schüler\*innen zu verknüpfen, muss die Cloud jedem Pärchen aus Nutzer ID (Identifikationsnummer) und der dazugehörigen Anbieter ID im System eine eigene Kennzeichnung zuweisen: Dafür benutzt die HPI Schul-Cloud UUID (Universally unique identifier), um die Paare im System der HPI Schul-Cloud und im System der Anbieter zuzuordnen. Die UUID steht damit stellvertretend für das Pseudonym. Wenn die HPI Schul-Cloud Lerninhalte von einem Anbieter anfragt, dann gibt das System dem Anbieter anhand der UUID die Information mit, für welche\*n Schüler\*in es diese Inhalte anfragen möchte. Das heißt, dass

der/die Schüler\*in zum Beispiel an seinem/ihrem letzten Arbeitsblatt sofort weiterarbeiten kann.

- Integration von Lerninhalten in der HPI Schul-Cloud: Um zu ermöglichen, dass sich das System individuell auf den Anwendungsfall einer bestimmten Lernressource einstellt, wird jedem Dienst der Anbieter ein eigenes Provider Interface bereitgestellt: Damit Schüler\*innen mit Lehrer\*innen im Schulbuch interagieren und beispielsweise Lehrer\*innen den Schüler\*innen individuell Aufgaben zuweisen können, stellt die HPI Schul-Cloud eine Schnittstelle für alle Klassendaten bereit, die Zuordnung von Lehrer\*innen und Schüler\*innen im System ermöglicht. In der Fachsprache wird dies als Rostering bezeichnet. Daneben gibt es den Fall, dass ein\*e Lehrer\*in direkt zu einer bestimmten Aufgabe, einem Erklärungstext oder einer Abbildung im Schulbuch springen möchte. Dafür existiert im bisherigen Prototyp eine Lesezeichen-Funktion. Schüler\*innen müssen nicht selbst zur richtigen Stelle navigieren und wertvolle Unterrichtszeit wird eingespart.

Als Ausgangspunkt für die graphische Anzeige (GUI) der pseudonymisierten Inhalte wird ein System verwendet, das in seiner grundlegenden Form bereits in der bisherigen HPI Schul-Cloud integriert war: eine konfigurierbare Datenbankschnittstelle via LTI, die Lernressourcen mittels eines iFrames anzeigt. Das iFrame selbst ist ein Fenster, in das die Nutzer\*innen beliebige Inhalte von externen Websites einbinden können, beispielsweise eine Google Maps-Karte oder ein Youtube-Video oder eben ein interaktives Lernspiel. Auch hier muss die HPI Schul-Cloud den Lehrer\*innen die Pseudonyme zurückübersetzen, wenn der Anbieter Feedback an die Lehrer\*innen zurücksendet. Dafür verwendet die HPI Schul-Cloud eine clientseitige Bibliothek, die es den Lehrer\*innen ermöglicht, die richtigen Schüler\*innen zu finden. Es ist ein Codemodul, das erst im Browser ausgeführt wird und damit eine grafische Ausgabe ermöglicht. Der/die Lehrer\*in muss sich dann jeweils gegenüber dieser Bibliothek identifizieren bzw. in der HPI Schul-Cloud eingeloggt sein. Das wirkt in der Praxis wie der Like-Button von Facebook, der sich auf einer externen Website benutzen lässt, während ein User auf Facebook eingeloggt ist, sollte aber nicht mit dem Single Sign-on verwechselt werden.

## 5 Ausgewählte technische Themen

Die HPI Schul-Cloud ist eine komplexe Architektur (siehe Kapitel 3). Sie in Gänze zu beschreiben führe hier zu weit, an dieser Stelle sei daher lediglich auf den Quellcode<sup>11</sup> und die Dokumentation<sup>12</sup> verwiesen.

Daher sollen hier nur solche ausgewählte Themen detaillierter besprochen werden, die von besonderer Wichtigkeit sind. Dazu zählen Technologien, die einen Einsatz auch bei schlechter Internetanbindung ermöglichen, sowie Themen rund um die Inhalteerstellung und -durchführung.

### 5.1 Brückentechnologien

Eine elementare Bedingung für die Nutzung der HPI Schul-Cloud ist eine Internetverbindung – zumindest temporär. Auch wenn sich viele Inhalte zwischenspeichern lassen und diese somit auch offline genutzt werden können, ist für die Nutzung interaktiver Inhalte eine gute (also hinreichend schnelle und bandbreitige) Internetanbindung erforderlich. Die IT-Infrastruktur an deutschen Schulen ist heute leider vielfach nicht auf einem akzeptablen Niveau. So sind beispielsweise im Land Brandenburg nur über 80 Prozent der Schulen mit einem Internetanschluss mit einer Bandbreite von weniger als 25 MBit/s ausgestattet<sup>13</sup> und laut einer Studie aus dem Jahr 2014 waren es in Bayern sogar 60 Prozent der Schulen, die einen Internetanschluss mit weniger als 6 MBit/s zur Verfügung hatten.<sup>14</sup>

Auch wenn absehbar die Internetanbindung von vielen Schulen in den kommenden Monaten und Jahren erheblich ausgebaut wird, so bleibt die Internet-Anbindung der Schulen auf absehbare Zeit ein Engpass, da mit zunehmender Digitalisierung und Nutzung innerhalb des Lernraums Schule auch die Anforderungen an die Anbindung der Schule steigen. Darin begründet liegt die Hauptmotivation für die HPI Schul-Cloud Möglichkeiten zur Datenvermeidung zu identifizieren und zu erschließen.

---

<sup>11</sup>Quellcode auf Github: <https://github.com/schul-cloud/>, letzter Zugriff: 14.01.2019.

<sup>12</sup>Dokumentation: <https://docs.schul-cloud.org/>, letzter Zugriff: 14.01.2019.

<sup>13</sup>Siehe Antwort auf die kleine Anfrage der CDU-Fraktion im Landtag: „Internet in jedem Klassenzimmer: Sind Brandenburger Schulen noch immer ein digitaler weißer Fleck?“, [https://www.parlamentsdokumentation.brandenburg.de/starweb/LBB/ELVIS/parladoku/w6/drs/ab\\_9600/9673.pdf](https://www.parlamentsdokumentation.brandenburg.de/starweb/LBB/ELVIS/parladoku/w6/drs/ab_9600/9673.pdf), letzter Zugriff: 30.10.2018.

<sup>14</sup>Siehe mebis Studie „StMBW: IT-Ausstattung 2014“, [https://www.mebis.bayern.de/wp-content/uploads/sites/2/2015/06/IT\\_Ausstattung\\_2014.pdf](https://www.mebis.bayern.de/wp-content/uploads/sites/2/2015/06/IT_Ausstattung_2014.pdf), letzter Zugriff: 30.10.2018.



Neben den mobilen Apps die in Abschnitt 5.4 beschrieben werden und welche per Design offlinefähig sind, ist es erwünscht auch innerhalb der browserbasierten Webanwendung unabhängiger von der Internetanbindung zu sein. Hierfür werden zwei parallele Ansätze verfolgt. Zum einen ein proaktiv beschreibbarer lokaler Zwischenspeicher, zum anderen ein lokales Peer-to-Peer (P2P)-Netzwerk. Beide Ansätze sind dabei über einen gemeinsamen Speicher verbunden. Während der erste Ansatz in seiner Umsetzung HPI Schul-Cloud spezifisch ist und domänennahe Kenntnisse benötigt, ist insbesondere der P2P Ansatz technisch so umgesetzt, dass er als externe Bibliothek geladen wird und immer dann nutzbar ist, wenn innerhalb eines lokalen Netzwerkes zeitgleich identische Inhalte benötigt werden.

Abzugrenzen sind solche Lösungen von lokalen Proxyservern, denn sie laufen ausschließlich auf den vorhandenen Endgeräten und benötigen keine zusätzliche Hardware. Auch muss die Nutzung von lokalen Proxyservern kritisch betrachtet werden, da diese bei Verwendung von verschlüsselter Kommunikation (https) die durchgängige Verschlüsselung aufbricht, um dann mit einer eigenen Verschlüsselung die restliche Kommunikation bis zum Browser umzusetzen. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass lokale Proxyserver trotzdem, bspw. zur Filterung von Inhalten, weiterhin sinnvoll sein können.

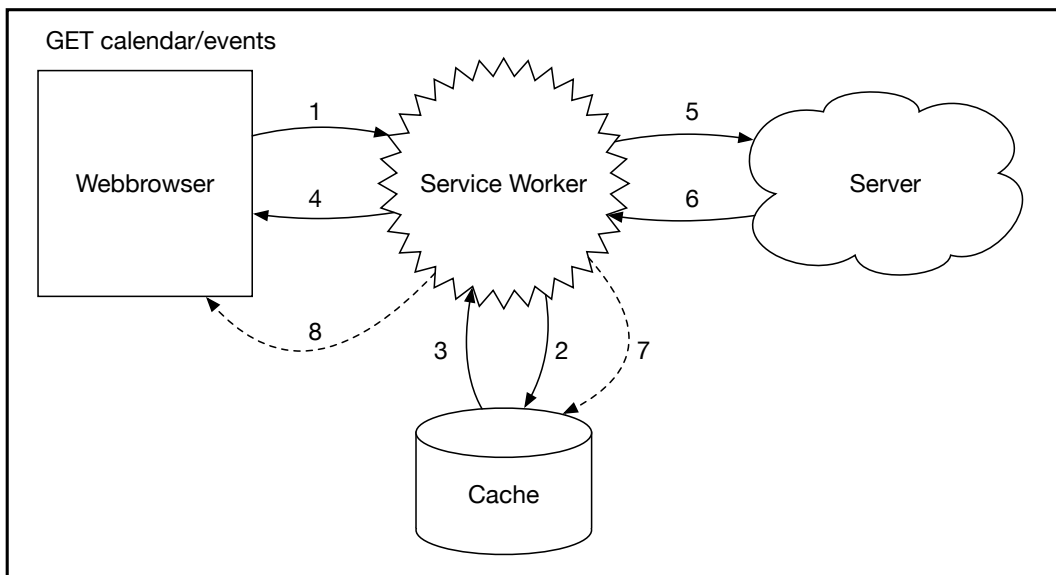
### 5.1.1 Lokales Zwischenspeichern und expliziter Offline-Modus

Für Webbrowser existieren verschiedene Möglichkeiten, Ressourcen zwischen zu speichern. Durch die Verwendung eines Zwischenspeichers (Cache) im Webbrowser ist es möglich, die Menge der Daten, die über das Netzwerk übertragen werden, zu reduzieren. Der Nutzen eines Cache zeigt sich besonders dann, wenn vom Webbrowser mehrfach die gleichen Daten angefordert werden.

In traditionellen Webseiten und Anwendungen werden, bei korrekter Konfiguration des ausliefernden Webservers, statische Daten wie Bilder oder CSS-Dateien im Browser-Cache zwischengespeichert. Auch dynamische Seiten und Inhalte können gespeichert werden.

Um zu validieren, ob die Daten aus dem Cache vom Webbrowser verwendet werden können oder ob diese erneut über das Netzwerk geladen werden müssen, werden diese in dem herkömmlichen Verfahren serverseitig validiert. So muss bei jeder angeforderten Datei, auch wenn dieses im Browser-Cache gespeichert wurde, eine Anfrage über das Netzwerk gesendet werden. Aus der Antwort vom Server erhält der Webbrowser die Information darüber, ob die gecachte Datei noch aktuell ist. Andernfalls sendet der Server die aktualisierte Datei an den Webbrowser zurück. Dieses Verfahren wird derzeit für alle Anfragen verwendet, unabhängig davon, um welchen Datentyp es sich bei den übertragenen Daten handelt. Zu den Vorteilen des Verfahrens gehören die Reduzierung der übertragenen Datenmenge und das garantiert keine veralteten Daten aus dem Cache angezeigt werden. Nachteilig wirkt sich allerdings bei einer schlechten Internetanbindung die erhöhte Ladezeit der Webseite aus, da für alle Dateien eine Netzwerkanfrage ausgeführt wird. Kommt es zu Verbindungsabbrüchen oder ist das Netzwerk überlastet, kann die angeforderte Webseite nicht angezeigt werden, auch wenn die Inhalte bereits in den Cache geladen wurden.

Um das Nutzererlebnis der HPI Schul-Cloud zu optimieren werden neue Caching Strategien auf der Basis von Service-Workern untersucht. Im Gegensatz zum regulären Browser-Cache können bei der Verwendung von Service-Workern unterschiedliche Caching-Strategien gezielt für bestimmte Ressourcen umgesetzt werden. Zu den Besonderheiten gehört auch die Möglichkeit, das Inhalte, bevor diese von den Nutzer\*innen angefordert werden, in den Cache geladen werden können. Durch das Vorabladen von Inhalten in den Cache des Service-Workers kann die Zahl der Netzanfragen reduziert werden. Damit kann der Aufbau einer Internetseite unabhängig von der Verbindungsqualität des Netzwerks gleichbleibend schnell erfolgen, nachdem die benötigten Daten einmal über das Netzwerk geladen wurden. Den Entwickler\*innen ist es möglich, durch granular abgestimmte Regeln sicherzustellen, dass keine veralteten Daten angezeigt werden. Kann der Webbrowser nicht auf das Internet zugreifen, kann über den Service-Worker auch auf veraltete Inhalte zugegriffen werden. Damit wird dem/der Nutzer\*in eine eingeschränkte Verwendung der Webseite ermöglicht, selbst wenn das Gerät offline ist. Entsprechende Konzepte sind im Kontext von Progressive Web Apps (PWA) zunehmend beliebt.



**Abbildung 5.1:** Laden der Kalender-Termine aus dem Cache mit serverseitiger Validierung und optionaler Aktualisierung

Damit der Cache eines Service-Workers effizient genutzt werden kann, ist es notwendig, Inhalte vom Template zu trennen. Während das statische Template nur einmal über das Netzwerk geladen werden muss, ist bei Inhalten wichtig, diese aktuell zu halten. Zur Anzeige des Kalenders, werden die Termine über eine eigene Route geladen. Abbildung 5.1 zeigt das Verhalten des Service-Workers zur Auslieferung der Termine. Durch das Laden der Termine aus dem Cache können diese zunächst schnell angezeigt werden. Erfolgte eine Änderung an den anzuzeigenden Terminen

auf dem Server, wird die Aktualisierung nach dem Laden dazu verwendet den Cache und die angezeigten Termine im Webbrowser zu aktualisieren. Gleichzeitig wird es möglich, den Kalender auch im Offline-Modus anzuzeigen, wie Nutzer\*innen es aus einer installierten App gewöhnt sind.

Messungen haben dabei gezeigt, dass ein Service-Worker basierter Cache keine negativen Auswirkungen auf die Ladegeschwindigkeit hat. Somit wird dieser Weg nun weiter verfolgt und insbesondere das explizite und implizite Vorausladen von Inhalten erprobt und evaluiert.

### 5.1.2 Ein lokales P2P-CDN

Um statische Inhalte anzeigen zu können, muss jede\*r Schüler\*in einer Klasse sich diese aus dem Internet über ein Webserver oder ein Content Delivery Network(CDN) herunterladen. Da jedoch Schüler\*innen in derselben Klasse oft die gleichen Inhalte benötigen, kann Bandbreite gespart werden, indem diese Inhalte nur einmal über das Internet geladen und anschließend im lokalen Netzwerk verteilt werden. Um die benötigte Bandbreite zu reduzieren wird untersucht, ob ein Peer-to-Peer Ansatz zur Verteilung statischer Inhalte eingesetzt werden kann.

Mit Hilfe von WebRTC werden die Inhalte direkt zwischen den Browsern ausgetauscht, ohne das ein externer Server benötigt wird. WebRTC ist ein offener Standard und ermöglicht es Browser paarweise zwecks Datenaustausch zu verbinden. Der große Vorteil dieser Technologie ist, dass sie direkt von modernen Browsern unterstützt wird, wodurch keine zusätzliche Software installiert werden muss. Für die Implementation wird für das Zwischenspeichern von Daten ein Service-Worker eingesetzt. Service-Worker können wie ein Proxy zwischen dem Webbrowser und dem Webserver agieren, welcher die Webseite bereitstellt. Stellt ein Browser eine Anfrage, so wird diese vom Service-Worker abgefangen. Der Service-Worker schaut zunächst in seinem Cache, der sog. IndexDB, ob er die gestellte Anfrage beantworten kann. Ist dies nicht der Fall, so wird die Anfrage an den Webserver weitergeleitet. Wird die gleiche Anfrage nochmals gestellt, kann diese aus dem Cache beantwortet werden, da gestellte Anfragen eine gewisse Zeit lang zwischengespeichert werden. Wird nun eine Ressource benötigt kann diese bei einem anderen Client, der sie zwischengespeichert hat, angefordert werden. Ist die Verbindung zwischen den Clients aufgebaut, ist ein Austausch von Daten auch dann noch möglich, wenn die Internetverbindung ausfällt.

Im Rahmen einer studentischen Seminararbeit konnte gezeigt werden, dass es technisch möglich ist durch Chunking der Datenströme auch große Inhalte über einen Peer-to-Peer Ansatz an Nutzer\*innen zu verteilen. Neben der generellen Praxistauglichkeit werden nun die folgenden Themen genauer evaluiert:

#### **Serialisierung der Daten:**

Für den Austausch von Daten werden die von WebRTC angebotenen DataChannels genutzt, welche das Stream Control Transmission Protocol kurz SCTP verwendet. Problem hierbei ist, dass dieses Protokoll ursprünglich für die Übertragung von Kontrollinformationen designt wurde und deshalb für die Kompatibilität verschiedener

Browser eine Paketgröße von 16 kiB nicht überschritten werden sollte. In unserem Kontext ist es aber notwendig auch größere Dateien zu übertragen, weshalb aktuell viele kleine Datenpakete verwendet werden müssen. Hierdurch entsteht ein nicht zu vernachlässigender Overhead.

### **Integrität der Daten:**

Es muss verhindert werden, dass durch böswillige Nutzer\*innen manipulierte Ressourcen im lokalen Netzwerk verbreitet werden können. Hierzu kann die Integritätsüberprüfung von HTML5 verwendet werden, bei der die Integrität der Daten mittels einer Prüfsumme sichergestellt wird. Doch ist diese nur für bestimmte Ressourcentypen vorgesehen.

### **Verteilung der Daten in größeren Gruppen:**

Für den Austausch von Daten bilden aktuell alle Teilnehmer ein vollständig vermaschtes Netz. Bei einer Klassengröße von 30 hat also jeder Browser 29 offene DataChannels. Denkt man beispielsweise an eine Vollversammlung mit etwa 1000 Schüler\*innen, kann die große Anzahl der offenen DataChannels zu Problemen führen. In derartigen Szenarien sollte eine andere Topologie eingesetzt werden, um die Anzahl der offenen DataChannels zu reduzieren. Am sinnvollsten wäre hier eine baumartige oder irregulär vermaschte Topologie. Zu untersuchen ist daher welche Topologien und Parameter hier effizient sind.

### **Evaluierung der Performance:**

Ziel der Softwarelösung ist es, die Benutzbarkeit von Internetseiten in Anwesenheit einer schlechten Internetanbindung zu verbessern. Interessant wäre es, den Performancezuwachs zu evaluieren, der durch den Einsatz unserer Lösung erzeugt wird. So könnte auch evaluiert werden, bis zu welcher zur Verfügung stehenden Datenrate oder Datenmenge der Einsatz unserer Lösung sinnvoll ist.

### **Verwaltung des Caches:**

Wie bereits beschrieben, wird für die Zwischenspeicherung der Daten ein Service-Worker eingesetzt, welcher wiederum die IndexedDB verwaltet. Für die Zukunft sollte eine Lösung dafür gefunden werden ein sinnvolles Zeitfenster festzulegen in dem die zwischengespeicherten Daten gültig sind, damit keine veralteten Daten ausgetauscht werden. Ein weiterer Punkt ist die Größe des Caches. Hier sollte evaluiert werden, wie die Maximalgröße des Caches und dessen Performance dabei ist. In Anlehnung hieran sollte eine Obergrenze für die Menge der zwischengespeicherten Daten festgelegt werden.

## **5.2 Editor**

Bereits seit der ersten Erprobungsphase im Schuljahr 2017/18 hat die HPI Schul-Cloud einen Themen-Editor, mit dem sich innerhalb eines Kurses Lerneinheiten digital vorbereiten und im Unterricht ausspielen lassen. Der Editor war ein guter

Startpunkt für digital gestützten Unterricht, den wir aufgrund von Nutzerfeedback und der Analyse verbreiteter didaktischer Methoden nun komplett überarbeiten und schrittweise auf eine neue Stufe heben.

Unter dem Arbeitstitel edtr.io geht auf Basis der Forschungen des Bachelorprojektes 2017/18 im ersten Quartal 2019 eine neue Version des Stundenvorbereitungstools in den Live-Betrieb. Die Funktionen des alten Editors werden übernommen, aber neu strukturiert. Kernunterschiede in der ersten Ausbaustufe sind:

- Überarbeitete, verschlankte Benutzeroberfläche,
- Unterteilung meiner Stunde in Abschnitte, die pädagogisch/inszenatorisch begründet sind und nicht wie bisher durch Medientypen und Tools,
- Innerhalb eines Abschnitts lassen sich besser als bisher Text, Medien, Dateien und Tools integrieren und mischen,
- Es gibt Notizen zu den einzelnen Abschnitten, die nur für Lehrer\*innen sichtbar sind.

Auf Basis der ersten Ausbaustufe wird dann schrittweise der Funktionsumfang erweitert:

- Differenzierung: Die Lehrenden können den Schüler\*innen je nach Kompetenzstufe abgestufte Lernmaterialien und Aufgaben zur Verfügung stellen,
- Verschiedene Ansichten: Lehrersicht, Schülersicht, Tafelsicht,
- Bessere Integration von LernStore-Inhalten, die direkt in der HPI Schul-Cloud angezeigt werden: weniger Absprünge zu den Inhalteanbietern,
- Gruppenarbeiten: bessere Integration in den Unterrichtsfluss, leichteres Einsehen der Ergebnisse, Erstellung von Zufallsgruppen,
- Mehr Tools: Quizzes, Votings u. v. m.,
- „Klassenzimmer“: Im Unterricht erstellte Produkte lassen sich schneller mit Arbeitspartnern oder der gesamten Klasse teilen und an die Tafel bringen – auch ohne vorbereiteten Unterrichtsablauf,
- „Mein Arbeitsplatz“: Die Nutzer\*innen können den Editor und die integrierten Tools jederzeit unkompliziert nutzen, um selbstständig Aufgaben zu lösen und Inhalte zu erstellen,
- Teilen von Unterrichtsentwürfen: In der HPI Schul-Cloud erstellte Einheiten lassen sich nach Überprüfung durch andere Lehrer\*innen dem LernStore zuführen oder auch einfach als PDF exportieren,
- Beziehungen zwischen Abschnitten: „Du hast die Quizfragen in Abschnitt A zu 52 % richtig beantwortet, deshalb wird dir jetzt Abschnitt B2 angezeigt (statt B1 bei über 80 % richtiger Antworten)“

- Learning Record Store: Rückmeldungen über den Lernstand von Schüler\*innen auf Basis von Interaktionen mit dem Editor können im Learning Record Store von der Lehrkraft eingesehen werden, um so Schüler\*innen gezielter fördern zu können.

Zusätzlich zum überarbeiteten Editor wird es möglich sein, die Stoffverteilung im Schuljahr pro Kurs vor auszuplanen und mit entsprechenden LernStore- und Editor-Inhalten zu verknüpfen.

So hoffen wir, mit dem neuen Editor Mehrwerte für Schüler\*innen und Lehrer\*innen zu schaffen – mit einem Werkzeug, das flexibel genug ist, sich den Nutzungsszenarien rund um die HPI Schul-Cloud anzupassen und zu unterstützen, was den Kern von Schule ausmacht: der Unterricht.

### 5.3 Metadatenstandards und Metadatenchnittstellen in der HPI Schul-Cloud

Die bisherige Erfahrung in der technischen Zusammenarbeit mit Inhalteanbietern lässt die Kategorisierung einiger Implementierungsszenarien für Schnittstellen zu. Wesentliches Element dieser Schnittstellen ist die Übermittlung und ggf. Angleichung von Metadaten. Lernende und Lehrende finden die Inhaltselemente wie Bilder, Videos, interaktive Lernmaterialien in der Suchmaschine des Content-Dienstes der HPI Schul-Cloud.

In der ersten Phase der Implementierung des Content-Dienstes wurden dabei folgende reduzierte Metadaten für ein Materialelement verwendet:

Feldname	Bedeutung (Typ)
originId	In der Anbieterdomäne eindeutige ID eines Materialelements. (String)
providerName	Bezeichner/Name des Anbieters eines Materialelements. (String)
url	URL des Materialangebots beim Anbieter. (URL-String)
title	Der Titel bzw. eine Kurzbezeichnung eines Materialelements. (String)
description	Beschreibungstext eines Materialelements. (String)
thumbnail	URL eines Vorschaubildes/Thumbnails oder leerer String. Bei nicht angegebener URL wird über einen projektinternen Thumbnail-Dienst ein Vorschaubild zum Zeitpunkt der Metadatenabfrage erzeugt. (URL-String)

contentCategory	Zuordnung zu einem Medientyp. Enumeration: 'atomic', 'learning-object', 'proven-learning-object', 'tool'. (enum. String)
subject	Fach oder Fächer, für das das Materialelement einsetzbar oder vorgeschlagen ist. (String, Array[String])
tags	Schlagworte/Keywords zur Zuordnung des Materialelements zu Fachthemen, Klassenstufen und Schulformen.
mimeType	MIME-Type des Materialelements. (String)
licenses	Eine Liste der für dieses Materialelement zutreffenden Lizenzen bzw. von URLs zu Lizenzangaben. (Array[String, URL-String])
duration	Abspieldauer eines zeitbasierten Materialelements in Sekunden. (Number)

Strukturell setzt die HPI Schul-Cloud dabei auf eine Definition innerhalb des Metadatenstandards LRMI, formuliert als JSON-LD. Inhaltenanbieter müssen die Metadaten ihrer beigegebenen Materialien aber nicht zwangsweise in diesem Format einbringen; die Bereitstellung aller notwendigen Informationen (wie in der Tabelle gelistet) ist zunächst wichtiger als das Format. Die Entscheidung für LRMI/JSON-LD als Standard in der HPI Schul-Cloud hat jedoch vielfältige Gründe: Zum einen sind in der bisherigen Suchmaschine der HPI Schul-Cloud vor allem OER Materialien zu finden, und LRMI gewinnt in der OER Community zunehmend an Bedeutung. Ebenso empfehlen die großen Suchmaschinen (vor allem Google und Bing) die generelle Verwendung von JSON-LD in der Metadatenbeschreibung als SEO-Maßnahme. Anbieter, die sich in der Beschreibung ihrer Lehr- und Lernmaterialien auf diese Syntax einlassen, haben also generelle Vorteile im Web. Inhaltenanbieter können innerhalb des LRMI-Standards zum Beispiel Materialien speziell für bestimmte Bundesländern vormarkieren („taggen“) sowie für bestimmte Schulformen und Fächer. Die Schnittstellensoftware der HPI Schul-Cloud aktualisiert das Material für die Suchmaschine automatisch in regelmäßigen Intervallen über Web-Crawler.

Neben dieser Möglichkeit, die Metadaten von Lehr- und Lernmaterialien mittels Adapter oder Crawler einzuholen, ggf. zu wandeln und in die Datenbasis der Suchmaschine einzutragen, haben sich aus der Erfahrung heraus noch weitere Best Practices ergeben:

1. Integration umfangreicher Datenbestände: Wenn die HPI Schul-Cloud beispielsweise die Metadaten der Wikipedia integrieren möchte, werden diese in Form von Dumps, also kompletten Kopien der Datensätze, verwendet. Der Datenumfang der Wikipedia wäre zu groß, um die Metadaten über eine API abzufragen.
2. Der Metadaten-Editor: Für Angebote geringen Umfangs und bei nicht bereits vorhandenen strukturellen Datensätzen gibt es einen Metadaten-Editor, sodass

Anbieter oder Lehrer\*innen (bei OER) selbst Lernmaterialien für die Suchmaschine inhaltlich und formal exakt beschreiben können.

3. Integration von Plattformen: Unter diese Kategorie fallen häufig Onlineplattformen, die Lernenden und Lehrenden Funktionen bieten, die diese aktiv und über einen längeren Zeitraum verwenden. In Bezug auf die HPI Schul-Cloud ist daher nicht nur die Vermittlung von Login-Daten, sondern oft auch die Verwaltung eines Ergebnisses einer Session aus der Plattform von Belang.

Hauptbestandteil der Material-Suche im Lernstore ist die Open Source Software „ElasticSearch“. Diese hat sich in den letzten Jahren als skalierbare und flexible Lösung in einer Vielzahl von Anwendungsszenarien etabliert. Unklaren Suchanfragen von Lehrer\*innen und Schüler\*innen kann darin z. B. durch Features wie Fuzzy-Search oder der phonetischen Suche begegnet werden. Lehr- und Lernmaterial inhaltlich nach Unterrichtsbelangen komplett ausreichend zu beschreiben, ist derzeit noch eine Schwäche im Bereich der Bildung. Diesem Umstand begegnen wir, indem wir die Ebene der Gewichtung von Suchtreffern in ElasticSearch mit der Verwendung und dem Feedback der Benutzer (im ersten Schritt vor allem Lehrkräfte) verbinden.

## 5.4 Mobile Apps

Um eine plattformoptimierte Nutzung auf mobilen Endgeräten zu ermöglichen, wurden von Anfang an parallel zur Weboberfläche native Anwendungen für iOS basierte Geräte (Apple) und Android-Geräte entwickelt. Neben der Bereitstellung der auch in der Weboberfläche vorhandenen Funktionen unterscheiden sich die nativen Anwendungen im Wesentlichen in zwei Bereichen. Die App wird nicht in der im Web üblichen Kombination aus HTML, CSS und Javascript erstellt, sondern unter Verwendung der vom Betriebssystem vorgesehenen Bibliotheken und Programmiersprachen. Hierbei kommt unter Android die Designsprache Material Design zum Einsatz, unter iOS hingegen die dortigen User Interface Elemente. Wie diese Elemente zu verwenden sind, ist in von Apple<sup>15</sup> und Google<sup>16</sup> bereitgestellten Richtlinien beschrieben.

Die Befolgung dieser Richtlinien führt zu einer einheitlichen Oberflächengestaltung, Interaktionselemente sehen identisch aus wie in anderen Anwendungen, welche diese Richtlinien beachten. Zwar weicht die Gestaltung der Bedienelemente und Nutzerflüsse nun in Einzelfällen von denen der Weboberfläche ab, aber die Verwendung von bekannten Elementen verringert potentielle Hürden beim Einsatz der Anwendung. Des Weiteren erlaubt die native Umsetzung durch die Nutzung besonders betriebssystemnahe Funktionalitäten eine gute Nutzererfahrung, wie Benachrichtigungen und die Verfügbarkeit von Daten, während das mobile Gerät nicht

<sup>15</sup>Siehe <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/ios/overview/themes>, letzter Zugriff: 16.08.2018.

<sup>16</sup>Siehe <https://developer.android.com/design/handhelds>, letzter Zugriff: 16.08.2018.



mit dem Internet verbunden ist. Hierfür werden Daten lokal auf dem Gerät vorgehalten, so dass die Anwendung auch ohne bestehende Internetverbindung eingesetzt werden können.

Im Gegensatz zu entsprechenden innovativen Lösungen auf Basis von Webtechnologien, wie sie im Abschnitt 5.1 beschrieben werden, sind entsprechende Lösungen im nativen Kontext schon hinreichend stabil und erprobt. Zusammen mit den von der HPI Schul-Cloud bereitgestellten kontextuellen Informationen (welche Dateien gehören zu welchem Fach und wann werden diese benötigt) können somit auch intelligente proaktive Workflows bereitgestellt werden, sodass beispielsweise eine Datei schon vorab auf das Gerät geladen wird und dann innerhalb der Schule die Internetanbindung nicht extra belastet.

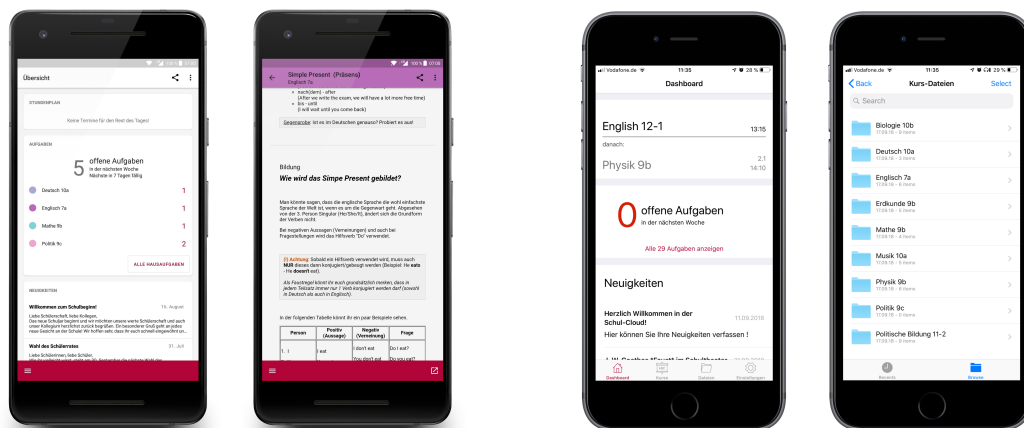


Abbildung 5.2: Screenshots (links Android, rechts iOS)

Abbildung 5.2 zeigt, wie Dateien aus der HPI Schul-Cloud in der systemeigenen Dateien-Anwendung eines iOS-Gerätes dargestellt werden. Hierbei zeigt sich gut wie ein cloud-basierter Dienst auf dem Endgerät verfügbar ist, ohne dass Nutzer\*innen hierbei direkt auf die HPI Schul-Cloud App zugreifen müssen. Eine solche Anbindung auf Dienstebene ist nur mit einer nativen Umsetzung zu erreichen. Die Nutzer\*innen können so aus anderen Anwendungen heraus Dateien aus der HPI Schul-Cloud öffnen oder sie dort speichern.

## 6 Bildungswissenschaftliche Begleitung

Zur pädagogisch-didaktischen Unterstützung des Projekts im Sinne der Entwicklung von Beispielen für die Unterrichtsgestaltung mit verfügbarem digitalen Lernmaterial aus der HPI Schul-Cloud und dem Erkenntnisgewinn über die digitale Unterrichtsgestaltung mit der HPI Schul-Cloud ist eine externe bildungswissenschaftliche Begleitung einbezogen. Hierbei steht die Entwicklung von Unterstützungsmaterialien für die Pilotschulen im Vordergrund.

### **Pilotphase**

Während der Pilotphase führte die Universität Tübingen eine Delphie-Studie zu Potenzialen und Mehrwerten von digitalen Diensten im Unterricht und Schulalltag sowie der HPI Schul-Cloud im Speziellen durch. Dazu wurden vier Expertengruppen zu acht Diensten innerhalb der HPI Schul-Cloud befragt: Schul-Cloud erfahrene Lehrpersonen, Dozierende am staatlichen Seminar, Entwickler\*innen der HPI Schul-Cloud sowie Wissenschaftler\*innen für digitale Medien. Insgesamt wurden 91 Einsatzbereiche für den Unterricht und 115 Einsatzbereiche für den Schulalltag benannt. Besonders hervorzuheben sind Potenziale in den Bereichen Inhalte-Dienst (Anreicherung der Lerninhalte mit aktuellen Medien, keine Druckkosten besonders bei grafischen Lerninhalten), Kollaboration (Ideen und Lösungsansätze für Arbeitsaufträge gemeinsam ausarbeiten und festhalten) sowie Dateimanagement (Ergebnisse von Gruppenarbeiten ablegen und teilen, einfacher und ortsunabhängiger Zugang zu Materialien).[7]

Das Georg-Eckert-Institut entwickelte, aufbauend auf den Ergebnissen von Unterrichtsbeobachtungen und Workshops mit den Pilotschulen ein Nutzungskonzept für die pädagogisch-didaktisch sinnvolle Anwendung der HPI Schul-Cloud, welches sich als Impuls und Ideensammlung für das Medienhandeln im Unterricht versteht. Dabei werden verschiedene Methoden samt Ziel, Ablauf, Einsatzmöglichkeiten der HPI Schul-Cloud sowie fächerspezifischen Beispielen gegeben: z. B. Unterrichtsgespräch im Flipped Classroom, Gruppenpuzzle, Stationenlernen oder Projektarbeit.[2]

In Zusammenarbeit zwischen dem Projekt HPI Schul-Cloud und der Universität Augsburg wurde ein Massive Open Online Course (MOOC) zum Thema „Lernen 4.0 – Möglichkeiten und Grenzen einer Digitalisierung“ durchgeführt. Dieser Kurs soll die Lücke zwischen einer digitalen Ausstattung der Schulen mit Hard- und Software auf der einen Seite und einer erfolgreichen und zielführenden Anwendung digitaler Medien in Schule und Unterricht auf der anderen Seite schließen. Der

Kurs wurde von über 3.400 Teilnehmer\*innen besucht und ist im Selbststudium auf mooc.house<sup>17</sup> im Channel Schul-Cloud abrufbar.

### Rollout-Phase

Das Georg-Eckert-Institut beteiligt sich in der Rollout-Phase erneut. Auf Grundlage der vorherigen Forschungsergebnisse werden Workshops für interessierte Lehrer\*innen konzipiert, die die HPI Schul-Cloud im Unterricht nutzen. Dabei wird ein *hands-on-approach* verfolgt, welcher die beteiligten Lehrer\*innen in ihrer Bedarfssituation abholt und ihren Bedürfnissen nach Unterstützung bietet. Konkret werden die *best practice* Beispiele der Pilotphase an die Lehrer\*innen vermittelt und anschließend im Unterricht ausprobiert. Dabei wird eine Unterstützung der Lehrkräfte beim Einsatz von digitalen Medien im Unterricht angeboten. In Zusammenarbeit mit den teilnehmenden Lehrer\*innen werden die Erfahrungen analysiert, um daraus konkrete Anwendungsszenarien für spezifische Schultypen und Nutzergruppen im Rahmen eines Wegweisers zu entwickeln.<sup>18</sup>

Neben dem Georg-Eckert-Institut beteiligt sich auch die Universität Augsburg erneut und begleitet das Projekt HPI Schul-Cloud in der Rollout-Phase. Aufbauend auf den theoretischen Erkenntnissen des MOOCs „Lernen 4.0“ wird die Umsetzung von Digitalisierung in der Unterrichtspraxis in den Blick genommen. Dabei wird nach *best practice* Unterrichtsbeispielen, sowohl in der Arbeit mit der Schul-Cloud im Speziellen als auch in der Arbeit mit digitalen Medien im Allgemeinen, gesucht. Die Unterrichtsbeispiele werden nach der Struktur der Schulart, dem Fach, der Jahrgangsstufe, der Klassensituation sowie dem Unterrichtsthema gegliedert, sodass am Ende eine Art Fundus an Unterrichtsbeispielen entsteht. Damit soll ein schulübergreifender Austausch von Erfahrungen und Vorgehensweisen ermöglicht werden. Auch die Ergebnisse dieser Begleitforschungen werden nach Fertigstellung auf schulcloud.org veröffentlicht.

Dieses Angebot wird von der Humboldt-Universität zu Berlin durch eine wissenschaftlich begleitete Fortbildungsreihe zum Unterricht und Arbeiten mit digitalen Medien ergänzt. Die Fortbildungsreihe ist darauf ausgerichtet, die digitale Kompetenz von Lehrkräften so zu fördern, dass digitale Medien didaktisch sinnvoll, kreativ und reflektiert im Unterricht eingesetzt werden können.

<sup>17</sup>Siehe <https://mooc.house/channels/schul-cloud>, letzter Zugriff: 02.10.2018.

<sup>18</sup>Siehe <http://www.gei.de/de/abteilungen/schulbuch-als-medium/schools-in-the-cloud-wissenschaftliche-begleitforschung-der-schul-cloud-einfuehrung.html>, letzter Zugriff: 13.09.2018.

# 7 Wo geht es hin: Ziele für den Rest der Projektlaufzeit

## 7.1 Projekt

Unser durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördertes Projekt läuft noch bis zum 31. Juli 2021. Für unser Projekt wird dies eine spannende und intensive Zeit. Wir glauben, dass wir in dieser Zeit Grundlagen für die Etablierung einer Cloud-Architektur im deutschen Schulwesen mit legen können. Doch nicht nur für uns wird es eine intensive Zeit. Sobald sich Bund und Länder geeinigt haben, auf welchem grundgesetzlichen Weg sie den seit langem in Verhandlung befindlichen DigitalPakt.Schule umsetzen wollen,<sup>19</sup> wird in ganz Deutschland die Entwicklung von Strukturen zum zeitgemäßen Lernen einen unglaublichen Schub erhalten. Wir möchten in diesem Kontext unseren Teil dazu beitragen, dass in diesem Prozess nachhaltige Strukturen entstehen, die es erlauben, dass die HPI Schul-Cloud in möglichst vielen deutschen Schulen genutzt werden kann.

Die HPI Schul-Cloud entsteht in einem Umfeld verschiedenster Aktivitäten der Bundesländer. Von der vermutlich bald beschlossenen länderübergreifenden Entwicklung eines *Vermittlungsinstituts digitale Schule* durch das ländereigene Institut FWU, über die Entwicklung hoheitlicher ID-Management-Systeme bis hin zur länderübergreifenden Nutzung von Schulverwaltungsprogrammen wie webbSchule<sup>20</sup>: rund um die HPI Schul-Cloud existiert kein Vakuum, sondern eine sich rasant wandelnde Umwelt.

Wir haben die HPI Schul-Cloud so entwickelt, dass sie bestens in eine solche dezentrale Struktur einfügt und Kern des pädagogischen Teils einer solchen ländereigenen oder besser länderübergreifenden Architektur sein kann. Insofern liegt unser Fokus neben der grundsätzlichen Weiterentwicklung der HPI Schul-Cloud und des enthaltenen LernStore darauf, gemeinsam mit einzelnen oder mehreren Bundesländern Beispielarchitekturen zu entwickeln. In Niedersachsen haben wir exemplarisch

---

<sup>19</sup>Zur Frage einer möglicherweise notwendigen Grundgesetzänderung zur Umsetzung des DigitalPakt.Schule vgl. Jan-Martin Wiarda: Es wird viel passieren, <https://www.jmwiarda.de/2019/01/02/es-wird-viel-passieren/>, letzter Zugriff 12.01.2019.

<sup>20</sup>Entwickelt vom Land Brandenburg, wird webbSchule mittlerweile auch in Hamburg genutzt und in Schleswig-Holstein eingeführt, vgl. <https://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/4549934/2015-07-08-schulsoftware/> und <https://www.kn-online.de/Nachrichten/Politik/Schulen-in-SH-werden-besser-vernetzt>, letzter Zugriff jeweils 14.01.2019.

gezeigt, wie dies gehen kann. Das noch bis 2020 laufende Projekt *Niedersächsische Bildungscloud* wird im Anschluss in einen Regelbetrieb übergehen müssen und hoffentlich das erste Beispiel für einen landesweiten Roll-out der HPI Schul-Cloud sein. Das Land Brandenburg hat in seiner Digitalstrategie die Schaffung einer *Digitalen Bildungsplattform Schul-Cloud* auf Basis der HPI Schul-Cloud angekündigt.<sup>21</sup> Wir hoffen, dass es nicht bei diesen zwei Bundesländern bleiben wird.

Gleichzeitig wollen wir im Kern unseres Projekts mit den 316 Schulen des MINT-EC zeigen, dass die Nutzung der HPI Schul-Cloud nicht nur in der Breite, sondern auch in der Tiefe zunimmt. Zum Schuljahr 2017/8/2018 starteten wir mit 27 Schulen in die Pilotphase der HPI Schul-Cloud. Innerhalb von eineinhalb Jahren sind daraus 96 Schulen aus dem MINT-EC-Netzwerk geworden. Neben dieser externen Skalierung, das heißt dem Ausbau der Anzahl der Pilotschulen, sehen wir auch eine vertiefte Nutzung in unseren ersten Pilotschulen, an denen immer mehr Lehrer\*innen in mehr Klassen die HPI Schul-Cloud nutzen. Dies beschreiben wir als schulinterne Skalierung und sie ist mindestens genauso wichtig, wie die Verbreitung im MINT-EC-Netzwerk an sich. Hier zeigt sich deutlich, dass unser Projekt mehr ist als nur die Entwicklung eines Softwareprodukts. Unser Team aus Pädagog\*innen und Bildungswissenschaftler\*innen will in den kommenden Jahren gemeinsam mit den Kolleg\*innen des MINT-EC, den Pilotschulen und im Rahmen unserer Bildungswissenschaftlichen Begleitung weitere Konzepte für die schulinterne Skalierung entwickeln.

Nicht zuletzt sehen wir bei der Entwicklung des LernStores einen langen Weg, den es, wie in Kapitel 4.3 beschrieben, lohnt zu gehen. Dies betrifft die technologische Weiterentwicklung, vor allem aber auch eine gesellschaftliche und politische Weiterentwicklung. Bis heute ist der sog. Vormittagsmarkt (Lernmaterial, welches in Schulen genutzt wird) und der sog. Nachmittagsmarkt (von Eltern beschafftes Material zum Selbstlernen) weitgehend voneinander getrennt. Dominiert wird das in Schulen verwendete Material bis heute von klassischen Schulbüchern, egal ob gedruckt oder als Digitalisat. Das Spannungsverhältnis zwischen weitgehend digitalisierten und weniger digitalisierten Branchen wird hier deutlich. Die Entwicklung, welche die Musikbranche ausgehend von der Disruption in den 2000er Jahren – erst durch illegales Filesharing und dann durch das Aufkommen von Musik-Streaming-Diensten – nahm, liegt in großen Teilen noch vor den deutschen Schulbuchverlagen. Aus dem Austausch mit den Nutzer\*innen der Schul-Cloud wissen wir, dass diese eine andere Vorstellung von der Nutzung von Lernmaterialien haben, als sie heute in Deutschland verwirklicht ist. Das Konzept des LernStore als eines nicht mehr in Vormittags- und Nachmittagsmarkt gespaltenen Marktplatzes, der Zugriff auf ein Angebot von atomar heruntergebrochenen Lernmaterialien, verknüpft mit dem jeweiligen Curriculum ihres Bundeslandes, erlaubt, entspricht den Nutzererwartungen sehr viel

<sup>21</sup>Vgl. Zukunftsstrategie Digitales Brandenburg. Beschluss der Landesregierung vom 11.12.2018, S.25, <https://digitalesbb.de/wp-content/uploads/2018/12/181211-Strategiepapier.pdf>, letzter Zugriff 14.01.2019.

stärker.<sup>22</sup> In dieser Vorstellung sind es nicht mehr zwangsläufig die Verlage, die mit ihren Schulbüchern ein Curriculum in eine pädagogisch und didaktisch sinnvolle Abfolge von Lernmaterialien übersetzen. Vielmehr würden die Nutzer\*innen ermächtigt, Inhalte zu kombinieren, zu ergänzen und für ihren Unterricht anzupassen. Auch für Verlage würde dies neue Betätigungsfelder abseits des digitalisierten Schulbuchs eröffnen. Ob dieser Zustand schlussendlich erreicht werden kann und welche Abrechnungsmodalitäten und Budgettöpfe es hierfür geben wird, können und wollen wir nicht determinieren. Wir glauben aber, dass unser Projekt hierbei eine Rolle als Katalysator spielen kann.

## 7.2 Technologie

Die Frage, wie die HPI Schul-Cloud am Ende der Projektlaufzeit aussehen wird und was sie können wird, ist in einem agilen Projekt schwer bis gar nicht zu beantworten. Insofern sprechen wir oft auch lieber vom Prozess als vom Projekt HPI Schul-Cloud. Wenn wir uns vorstellen, was sie sein soll, dann vermutlich als den Ort, an dem für Lehrer\*innen und Schüler\*innen alle Fäden zusammenlaufen. Hier finden Sie alle für ihr schulisches Leben relevanten Informationen, alle Inhalte und Werkzeuge mit denen sie lehren und lernen.

Dies bedingt eine stetige Weiterentwicklung in den drei Bereichen, in den wir die Funktionen der HPI Schul-Cloud verorten (vgl. Kapitel 3): *Kommunikation, Kollaboration und Organisation; Finden, Erstellen, Teilen und Bewerten von Inhalten; Unterstützen von Lernen und Lehren*. Dazu gehört aber auch, dass bei der Integration der HPI Schul-Cloud mit Diensten, die in den Ländern eingesetzt werden, weitere Schritte folgen.

Dennoch stechen einige Use-Cases heraus, die auf der Basis des Feedbacks unserer Nutzer\*innen und Erkenntnissen aus dem Feld als sinnvoll erachtet werden können:

### **Integration mit ID-Management-Systemen, Schulverwaltungssoftware und Stundenplandiensten der Bundesländer**

- Erweiterung der Anmeldeöglichkeiten inkl. Evaluierung von passwortfreien Lösungen
- Nutzung der HPI Schul-Cloud ohne eigene E-Mail-Adresse
- Integration mit Schulverwaltungs- und Stundenplansoftware zur automatischen Erstellung von Kursen inkl. Kursteilnehmern
- Verbesserter Im- und Export von Kalendern zur Zusammenführung mehrerer Datenquellen inkl. besserer kontextueller Aufbereitung der Kalenderinhalte

<sup>22</sup>Wenn wir hier von *Marktplatz* bzw. *Angebot* sprechen, so schließt dies ganz ausdrücklich Open Educational Resources und andere nicht von klassischen Schulbuchverlagen stammende Inhalte mit ein.

- Ermöglichung von Schulwechselln
- Lehrkraft an mehrern Schulen sein

### **Kommunikation, Kollaboration und Organisation**

- Schulinterner Pool von selbst erstellten Lernmaterialien
- Weitere Integration von im Bildungsbereich verbreiteter Open Source Software

### **Finden, Erstellen, Teilen und von Inhalten**

- Einbeziehen nativer Apps durch Deeplinking
- Bereitstellen selbst erstellter Inhalte im LernStore, Evaluation von technisch gestützter Lizenz- und Urheberrechtsprüfung
- Empfehlungen im LernStore nicht nur auf Inhaltsbasis (gleiches Thema) sondern auch auf Basis bisheriger Nutzung für Schüler\*innen wie für Lehrer\*innen
- Abbildung von schulinternen Curricula, kompetenzorientierte Metadatierung von Lernmaterialien und Dateien

### **Unterstützen von Lehren und Lernen**

- Unterstützung von Binnendifferenzierung durch adaptiv gestaltbare Inhalte
- Spontane, gleichzeitige Kollaboration erleichtern (Digitales Klassenzimmer)
- Erstellung von Portfolios für Lehrer\*innen und Schüler\*innen, automatische Archivierung und Metadatierung von Unterrichtsstunden und Hausaufgaben
- Verbesserung der Sichtbarkeit von selbstgesteuertem Lernen für Lehrer\*innen
- Einsatz von Gamification-Elementen unter gleichzeitiger kritischer Evaluation

### **Weitere Grundlagen**

- Optimierung der technologischen Grundlagen durch Umstellung der genutzten Container-Plattform von Docker auf Kubernetes, mehr automatisiertes Testing und Nutzung von Continuous Integration / Continuous Delivery-Methoden

# Danksagung

Die Autor\*innen und das gesamte Team HPI Schul-Cloud danken allen Pilotschullehrkräften, den Mitgliedern der Begleitgruppe (Arbeitskreis Schule und Bildungseinrichtungen der Konferenz der Datenschutzbeauftragten des Bundes und der Länder in Deutschland, Arbeitskreis Technik der Konferenz der Datenschutzbeauftragten des Bundes und der Länder in Deutschland, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bündnis für Bildung e. V., Cornelsen Verlag GmbH, Gymnasium Carolinum, IServ GmbH, Landesbeauftragte für den Datenschutz und für das Recht auf Akteneinsicht Brandenburg, m2more GmbH, Marie-Curie-Gymnasium Ludwigsfelde, Microsoft Deutschland GmbH, Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg, nationales Excellence-Schulnetzwerk MINT-EC, n-21: Schulen in Niedersachsen online e. V., SAP, Sekretariat der Kultusministerkonferenz, T-Systems International GmbH, Verband Bildungsmedien), den wissenschaftlichen Hilfskräften, den Bachelor- sowie Masterstudierenden im Projekt sowie den zahlreichen Gesprächspartner\*innen auf Veranstaltungen und in persönlichen Gesprächen für Ihr Engagement, ihre Unterstützung und Mitarbeit.



# 8 Anhang

## 8.1 Verzeichnis der Code-Repositories

Der Code der HPI Schul-Cloud steht auf der Code-Kollaborationsplattform GitHub als Open Source zur Verfügung (<https://github.com/schul-cloud>). Der Code des Gesamtprojektes erstreckt sich dabei über mehrere Unterprojekte, die im Folgenden aufgezählt werden.

- **schulcloud-server**: Kernanwendung, stellt eine öffentliche API zur Verfügung. Ist als FeatherJS Anwendung mit einzelnen voneinander getrennten Diensten ausgeführt.
- **schulcloud-client**: Weboberfläche der HPI Schul-Cloud.
- **schulcloud-mobile-android**: Native in Kotlin geschriebene Android Anwendung.
- **schulcloud-mobile-ios**: Native in Swift geschriebene Anwendung für iOS Endgeräte (iPhone, iPad).
- **schulcloud-content**: Der LernStore.
- **schulcloud-calendar**: Verwaltung von Terminen.
- **gamification**: Ein Service für ExperiencePoints und Badges.
- **edtrio**: Neuer Editor zum Erstellen von digitalen interaktiven Arbeitsblättern.
- **planner**: Tool zur Unterrichtsplanung.
- **antivirus\_check\_service**: Erlaubt die Überprüfung von Dateien auf Viren.
- **previewgenerator**: Kann Vorschaubilder (Thumbnails) von Dateien erstellen.
- **superhero-dashboard**: Die Administrationsoberfläche der HPI Schul-Cloud.
- **node-notification-service**: Benachrichtigungsdienst für E-Mails, Webbenachrichtigungen und mobile Push-Benachrichtigungen.
- **schulcloud-client-documentation**: Entwicklerdokumentation zur Weboberfläche.
- **p2p**: (experimentell) Peer2Peer CDN Netzwerk zur Datenauslieferung im Klassenzimmer.

## 8 Anhang

- **cui:** (experimentell) Bot basierter Support Client.

Zusätzlich gibt es etliche Crawler, die externe Inhalteangebote in den LernStore einbinden.

# Literaturverzeichnis

- [1] D. Baacke, S. Kornblum, J. Lauffer, L. Mikos und G. A. Thiele, Herausgeber. *Handbuch Medien: Medienkompetenz. Modelle und Projekte*. Bundeszentrale für politische Bildung, 1999, 31 ff.
- [2] A. Bock. *Die HPI Schul-Cloud im Unterricht - Fachübergreifende Unterrichtsszenarien und Methoden - Ergebnisse der bildungswissenschaftlichen Begleitforschung des Georg-Eckert-Instituts*. <https://schul-cloud.org/other/pdf/GEI-Fachuebergreifende-Unterrichtsszenarien-und-Methoden.pdf>. Letzter Zugriff: 05.10.2018. 2018.
- [3] Bundesministerium für Bildung und Forschung. *Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft. Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung*. [https://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive\\_fuer\\_die\\_digitale\\_Wissensgesellschaft.pdf](https://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive_fuer_die_digitale_Wissensgesellschaft.pdf). Letzter Zugriff: 09.07.2018. 2016.
- [4] Die Bundesregierung. *Unsere digitale Agenda für Deutschland*. 2015.
- [5] DStGB. *Gemeinsame Erklärung von Bund und Ländern zum DigitalPakt Schule*. [https://www.dstgb.de/dstgb/Homepage/Aktuelles/2017/DStGB\\_zu\\_den\\_Eckpunkten\\_der\\_Bund-Laender\\_Vereinbarung\\_DigitalPaktSchule\\_/Ergebnis\\_Eckpunkte\\_St-AG\\_230517.pdf](https://www.dstgb.de/dstgb/Homepage/Aktuelles/2017/DStGB_zu_den_Eckpunkten_der_Bund-Laender_Vereinbarung_DigitalPaktSchule_/Ergebnis_Eckpunkte_St-AG_230517.pdf). Letzter Zugriff: 09.07.2018. 2017.
- [6] Kultusministerkonferenz. *Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt*. [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung\\_digitale\\_Welt\\_Webversion.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung_digitale_Welt_Webversion.pdf). Letzter Zugriff: 12.01.2017. 2016.
- [7] J. Schneider. *Die HPI Schul-Cloud in Unterricht und Schulalltag - Mehrwert und Voraussetzungen - Ergebnisse der bildungswissenschaftlichen Begleitforschung der Universität Tübingen*. <https://schul-cloud.org/other/pdf/Schul-Cloud-in-Unterricht-und-Schulalltag.pdf>. Letzter Zugriff: 05.10.2018. 2018.



# Aktuelle Technische Berichte des Hasso-Plattner-Instituts

Band	ISBN	Titel	Autoren / Redaktion
124	978-3-86956-441-8	<b>Blockchain : Hype or Innovation</b>	Christoph Meinel, Tatiana Gayvoronskaya, Maxim Schnjakin
123	978-3-86956-433-3	<b>Metric Temporal Graph Logic over Typed Attributed Graphs</b>	Holger Giese, Maria Maximova, Lucas Sakizloglou, Sven Schneider
122	978-3-86956-432-6	<b>Proceedings of the Fifth HPI Cloud Symposium "Operating the Cloud" 2017</b>	Estee van der Walt, Isaac Odun-Ayo, Matthias Bastian, Mohamed Esam Eldin Elsaid
121	978-3-86956-430-2	<b>Towards version control in object-based systems</b>	Jakob Reschke, Marcel Taeumel, Tobias Pape, Fabio Niephaus, Robert Hirschfeld
120	978-3-86956-422-7	<b>Squimera : a live, Smalltalk-based IDE for dynamic programming languages</b>	Fabio Niephaus, Tim Felgentreff, Robert Hirschfeld
119	978-3-86956-406-7	<b>k-Inductive invariant Checking for Graph Transformation Systems</b>	Johannes Dyck, Holger Giese
118	978-3-86956-405-0	<b>Probabilistic timed graph transformation systems</b>	Maria Maximova, Holger Giese, Christian Krause
117	978-3-86956-401-2	<b>Proceedings of the Fourth HPI Cloud Symposium "Operating the Cloud" 2016</b>	Stefan Klauck, Fabian Maschler, Karsten Tausche
116	978-3-86956-397-8	<b>Die Cloud für Schulen in Deutschland : Konzept und Pilotierung der Schul-Cloud</b>	Jan Renz, Catrina Grella, Nils Karn, Christiane Hagedorn, Christoph Meinel
115	978-3-86956-396-1	<b>Symbolic model generation for graph properties</b>	Sven Schneider, Leen Lambers, Fernando Orejas
114	978-3-86956-395-4	<b>Management Digitaler Identitäten : aktueller Status und zukünftige Trends</b>	Christian Tietz, Chris Pelchen, Christoph Meinel, Maxim Schnjakin
113	978-3-86956-394-7	<b>Blockchain : Technologie, Funktionen, Einsatzbereiche</b>	Tatiana Gayvoronskaya, Christoph Meinel, Maxim Schnjakin
112	978-3-86956-391-6	<b>Automatic verification of behavior preservation at the transformation level for relational model transformation</b>	Johannes Dyck, Holger Giese, Leen Lambers





ISBN 978-3-86956-453-1  
ISSN 1613-5652