
SQooL.it – SQL per Drag&Drop lernen

Ein HTML5-Prototyp für die Sekundarstufe I

18.12.2018

Abstract: SQooL.it ist ein HTML5-Prototyp für jüngere Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Sekundarstufe I, mit dem sie per Drag&Drop SQL-Abfragen auf relationale Datenbanksysteme durchführen können. Der Prototyp kann so einen propädeutischen Zugang zum Thema „Relationale Datenbanksysteme und Datenbankabfragen mit SQL“ ermöglichen, welches bislang vornehmlich in den Informatik-Lehrplänen der Sekundarstufe II verankert ist.

SQooL.it is a HTML5 prototype designed for younger secondary school students. It may allow them to perform SQL queries on relational database systems via drag & drop. The prototype accordingly may allow for propaedeutic access to the subject “relational database systems and SQL queries” which is contained in the secondary school curricula for information and computer studies of many German federal states.

Keywords: Datenbanksysteme, Datenbanksprache, Drag&Drop, HTML5, SQL, Sekundarstufe I, SQooL.it

1 Einleitung

Visuelle Entwicklungsumgebungen wie „Scratch“ [Sf18] oder „Snap!“ (vormals „Build Your Own Blocks“) [Un18] zeigen, dass Lernprozesse mittels Drag&Drop erfolgreich möglich sind. Diese beiden didaktischen Werkzeuge ermöglichen jüngeren Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I seit ungefähr einem Jahrzehnt einen Einstieg in die Programmierung fast ohne Tastatureingaben. Die für Januar 2019 geplante Version „Scratch 3“ wird auf HTML5 basieren [Sw18] und so ohne das Plug-In „Adobe Flash Player“ auskommen. Snap! kommt in der aktuellen Version ohne Plug-Ins aus und greift auf die grafischen Zeichenfunktionen des HTML5-Objekts „Canvas“ zurück.

Sowohl Scratch als auch Snap! besitzen von Haus aus keine Möglichkeit, auf Datenbanken zuzugreifen. Die Modifikation „SQLsnap!“ [Mo18] erlaubt den Zugriff auf relationale Datenbanken mittels der Datenbanksprache SQL. SQLsnap! bietet einen breiten Funktionsumfang (u.a. Aggregatfunktionen und Verbünde), der vorrangig Schülerinnen und Schülern der höheren Klassenstufen der Sekundarstufe I sowie der Sekundarstufe II ermöglicht, SQL zu lernen.

In diesem Artikel wird die Entwicklung und der mögliche Praxiseinsatz eines HTML5-Prototyps namens SQooL.it beschrieben, der jüngeren Schülern der Sekundarstufe I ermöglicht, SQL-Abfragen auf relationale Datenbanksysteme per Drag&Drop durchzuführen. SQooL.it soll demonstrieren, wie eine Einführung in das Thema „Relationale Datenbanksysteme und Datenbankabfragen mit SQL“ auch in den unteren Klassenstufen

der Sekundarstufe I möglich ist. Der Prototyp ist unter <http://www.sqool.it> verfügbar. Sein Name ist ein Kofferwort, das sich aus den Begriffen „SQL“ und „school“ zusammensetzt.

Ausgehend von den fachlichen Grundlagen von SQL wird eine Synopse der Lehrplaninhalte vorgenommen, die zeigt, in welchem Rahmen die Thematik im Unterricht zu verankern ist. Diese Synopse ist Grundlage für die Entwicklung eines Konzepts und für die Entwicklung von SQool.it.

2 Von der Relationenalgebra zur SQL

2.1 Relationales Datenmodell

Relationalen Datenbanksystemen liegt das relationale Datenmodell [Co70] zugrunde. Die Speicherung von Daten erfolgt in Form von Relationen, der Zugriff durch Operationen, die die Relationenalgebra definiert. Eine Relation R ist ein Tupel aus Schema $sch(R)$ und Wert $val(R)$. Dabei ist das Schema $sch(R)$ eine Menge aus n Elementen, die als Attribute A_i bezeichnet werden und eine Domäne bzw. einen Wertebereich $dom(A_i)$ besitzen. Eine Relation lässt sich wie in Abb. 1 als Tabelle veranschaulichen:

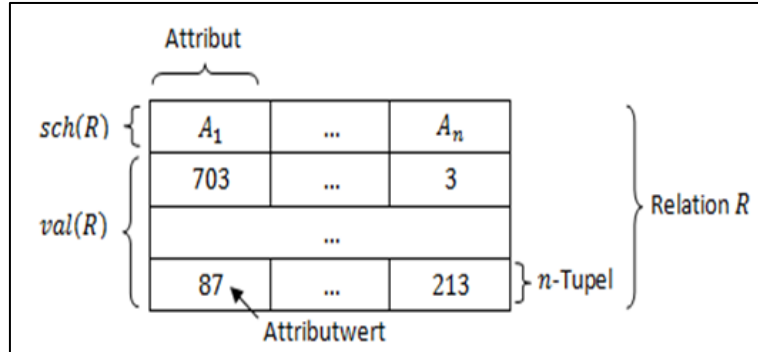


Abb. 1: Repräsentation einer Relation als Tabelle

Im Informatikunterricht kann mit den begrifflichen Entsprechungen aus Tab. 1 gearbeitet werden, um den Schwierigkeitsgrad der formalen Definition der Relation zu reduzieren.

Relationenalgebra	Relation R	Schema $sch(R)$	Wert $val(R)$	Attribut A_i	Domäne $dom(A_i)$	n -Tupel
Entsprechung	Tabelle	Tabellenstruktur	Zeilen	Spalte	Spaltenname	Zeile

Tab. 1: Begriffliche Entsprechungen zwischen Relation und Tabelle

2.2 Operationen der Relationalalgebra

Die Relationalalgebra definiert acht Operationen auf Relationen [Da04, S. 173], darunter die einstelligen Operationen Selektion und Projektion sowie die zweistelligen Operationen Vereinigung, Differenz und Verbund. Mit der Selektion δ werden aus einer Relation R diejenigen n -Tupel selektiert, die bestimmte Bedingungen erfüllen. Für die so entstehende Relation schreibt man: $\delta_{\text{Bedingungsliste}} R$. Mit der Projektion π wird eine Relation R auf bestimmte Attribute projiziert. Für die so entstehende Relation schreibt man: $\pi_{\text{Attributliste}} R$. Aus zwei Relationen R und S , für die $\text{sch}(R) = \text{sch}(S)$ gilt, kann die Vereinigung $R \cup S$ und die Differenz $R - S$ gebildet werden. Der Verbund $R \bowtie_{\text{Bedingungsliste}} S$ entspricht einem Kreuzprodukt von R und S , bei dem die resultierenden Tupel gemäß der angegebenen Attribut-Bedingungen zusammengefasst werden.

Fasst man Relationen als Tabellen auf, entsprechen Selektion, Projektion und Verbund den Begriffen Zeilenauswahl, Spaltenauswahl und Tabellenverknüpfung.

Die Operationen der Relationalalgebra können zu komplexeren Ausdrücken kombiniert werden. Beispielsweise führt der Ausdruck $\pi_{\text{Attributliste}} (\delta_{\text{Bedingungsliste}} R)$ zuerst eine Selektion und dann eine Projektion durch. Relationale Datenbanksprachen wie SQL beruhen auf der Relationalalgebra und nutzen Umformungsregeln wie $\delta_{b_1} (\delta_{b_2} R) = \delta_{b_2} (\delta_{b_1} R)$ um Abfragen zu optimieren.

2.3 SQL

SQL liegt in mehreren Versionen vor [Le18] und besitzt die Sprachbestandteile DCL, DDL, DML und DRL. Abfragen in DRL sind syntaktisch wie in Tab. 2 aufgebaut [Wi14, S. 37]. Mit SELECT kann eine Projektion, mit FROM ein Verbund und mit WHERE eine Selektion durchgeführt werden. Der Begriff Selektion der Relationalalgebra kann von Schülern mit der Projektion durch SELECT verwechselt werden. Dies ist neben den schwer zu verstehenden formalen Definitionen ein weiterer Grund, auf die Verwendung der Relationalalgebra im Unterricht zu verzichten und ausschließlich mit SQL zu arbeiten – eine didaktische Reduktion, die sich auch in den Formulierungen vieler Lehrpläne wiederfindet.

```
SELECT [DISTINCT|ALL] Attributliste
FROM Tabelle [Joinliste]
[WHERE Bedingungsliste]
[GROUP BY Attributliste]
[HAVING Bedingungsliste]
[ORDER BY Attributliste [ASC|DESC]];
```

Tab. 2: Syntaktischer Aufbau einer SQL-Abfrage

SQL bildet die Relationenalgebra nicht exakt ab. Ein innerer Join (INNER JOIN) entspricht einem Verbund. Dieser kann explizit unter Verwendung der JOIN-ON-Syntax durchgeführt werden oder implizit, indem die Tabellen kommasepariert in der Joinliste aufgeführt und anhand der WHERE-Bedingungsliste verknüpft werden. Ein äußerer Join (LEFT|RIGHT OUTER JOIN) führt in der Ergebnistabelle alle Zeilen der links- bzw. rechtsseitigen Tabelle auf und zwar unabhängig davon, ob die Verknüpfungsbedingungen erfüllbar sind, womit er vom Verbund der Relationenalgebra abweicht.

3 Datenbankabfragen mit SQL als Inhalt der Lehrpläne

In allen Bundesländern sind das Thema „Datenbanksysteme“ – oftmals fachsprachlich unschärfer als „Datenbanken“ – und, bis auf das Saarland, der Lerninhalt „Datenbankabfragen“ in den gymnasialen Lehrplänen für das Fach Informatik explizit verankert.

Land	Sek. I	Sek. II	Auszug der Inhalte aus dem Sek. II-Lehrplan
BB	o	+	<i>SQL-Abfragen (Projektion, Selektion, Join)</i>
BE	o	+	<i>SQL-Abfragen (Projektion, Selektion, Join)</i>
BW	-	+	SQL-Abfrage, Tabellen
BY	+	-	SQL: select, from, where; Verknüpfung von Bedingungen; Abfrage über mehrere Tabellen
HB	-	+	SQL-Abfragen in Verbindung mit Relationenalgebra
HH	+	+	SQL zum Abfragen und zur Manipulation von Daten
HE	o	+	SQL: Projektion, Selektion, Join, Sortierung, Gruppierung, Unterabfragen, DCL, DDL, DML
MV	-	+	SQL-Abfragen (Projektion, Selektion, Join)
NI	+	+	Abfragen über mehrere Tabellen, Aggregatfunktionen
NW	o	+	Datenbankabfragen über mehrere verknüpfte Tabellen
RP	+	+	Selektion, Projektion, Verknüpfen von Tabellen
SL	-	o	Datenbanken
SN	+	+	SQL: Selektion, Projektion, Verbund von Tabellen
ST	-	+	Relationale Datenbank, Abfragesprache zur Anzeige und Manipulation von Daten
SH	-	+	Operationen auf Daten, Datenbankmanagementsystem
TH	-	+	Relationales Datenmodell, durch Abfragen eine Sicht auf die Datenmenge darstellen

Legende: nicht (-), nur implizit (o), explizit (+) vorgeschrieben, mögliche Inhalte kursiv dargestellt

Tab. 3: Verankerung des Themas „Datenbankabfragen“ in den gymnasialen Lehrplänen

Tab. 3 schlüsselt auf, in welchem Bundesland in welcher Stufe (Sekundarstufe I, Sekundarstufe II) der Inhalt „Datenbankabfragen“ in welchem Umfang verortet ist. In der Spalte „Auszug der Inhalte...“ wird der Lehrplaninhalt wortwörtlich wiedergegeben, um eventuell bewusst oder unbewusst eingeräumte Freiheitsgrade aufzeigen und analysieren zu können.

Die Informatik-Lehrpläne der Sekundarstufe II von vierzehn Bundesländern enthalten den Lerninhalt „Datenbankabfragen“. Ungefähr die Hälfte aller Bundesländer schreibt SQL als Abfragesprache ausdrücklich vor. Bei den übrigen Lehrplänen wird die Verwendung einer relationalen Datenbanksprache durch Kompetenzformulierungen wie „Die Schülerinnen und Schüler ermitteln Ergebnisse von Datenbankabfragen über mehrere verknüpfte Tabellen“ [NW14, S. 35] vorgeschrieben. In Ermangelung einer alternativen relationalen Datenbanksprache ist auch bei diesen Lehrplänen von SQL auszugehen. Lediglich in den Lehrplänen von Schleswig-Holstein und des Saarlands finden sich keine Hinweise darauf, dass das zu verwendende Datenmodell und Datenbanksystem bzw. die zu verwendende Datenbanksprache relational sein sollen.

Der zu verwendende SQL-Sprachbestandteil beschränkt sich in den meisten Lehrplänen auf „Abfragen“, also DRL, deren Umfang je nach Bundesland von keiner Spezifizierung (z.B. in Baden-Württemberg) über Projektion, Selektion und Join (z.B. in Mecklenburg-Vorpommern) bis zu Aggregatfunktionen (z.B. in Niedersachsen) und Unterabfragen (z.B. in Hessen) reicht. In wenigen Lehrplänen kommt der Bestandteil DML (z.B. Hamburg) hinzu. Nur im Lehrplan des Landes Hessen für das Informatik-Leistungsfach sind auch DCL und DDL Lerninhalte. Im Land Niedersachsen wird der zu verwendende SQL-Sprachumfang in einer Ergänzung zum Kerncurriculum [NI18] konkretisiert, um einheitliche Voraussetzungen für zentrale Prüfungen zu schaffen. Diese Maßnahme zeigt, wie wichtig eine Präzisierung der zu verwendenden Syntaxelemente von SQL ist, wenn sie in den Lehrplänen, z.B. aus Gründen der Dauerhaftigkeit, nicht getroffen wurde.

Die Informatik-Lehrpläne der Sekundarstufe I beinhalten in drei Bundesländern implizit „Datenbanksprachen“ als Lerninhalt. So findet sich im Inhaltsfeld „Automaten und Sprachen“ des Lehrplans von Nordrhein-Westfalen – und nicht etwa unter „Information und Daten“ – folgende Kompetenzformulierung: „Die Schülerinnen und Schüler stellen Problemlösungen in einer geeigneten Dokumentenbeschreibungssprache, Abfragesprache oder Programmiersprache dar“ [NW15, S. 24]. In fünf Bundesländern sind „Datenbanksprachen“ als Lerninhalt in der Sekundarstufe I fest verankert. Einzig im Lehrplan von Hamburg ist auch der Sprachbestandteil DML als Inhalt vorgeschrieben: „Verwendung von SQL zum Abfragen und zur Manipulation von Daten“ [HH11, S.22]. Die übrigen Länder sehen ausschließlich den Sprachbestandteil DRL vor: Laut niedersächsischem Lehrplan sollen die Schülerinnen und Schüler „einfache Suchanfragen an Datenbanken“, „Suchanfragen an Datenbanken über mehrere Tabellen“ und zwar „auch unter Verwendung von Aggregatfunktionen“ [NI14, Lernfeld „Daten und Spuren“] formulieren können. Im Lehrplan von Rheinland-Pfalz finden sich die Lerninhalte „Grundoperationen zur Beschreibung von Abfragen“ und „Umsetzung in einer Abfragesprache“ wieder, wobei die konkrete Empfehlung „SQL nutzen, um einfache

Abfragen an Datenbanken zu formulieren“ ausgesprochen wird [RP01, 2.3]. Im Lehrplan des Wahlpflichtfachs der Klassenstufen 9/10 in Sachsen werden die Lerninhalte präziser aufgeführt: „Relationenmodell“, „Kennen von Möglichkeiten der Auswertung einer Datenbasis mittels einfacher und zusammengesetzter Abfragen“, „Auswahl von Zeilen und Spalten nach vorgegebenen Kriterien“ und „Verbund von Tabellen“ [SN18, Lernbereich 2]. Der Entwurf des Fachlehrplans für Informatik der gymnasialen Klassenstufe 9 der Ausbildungsrichtung NTG in Bayern führt die Syntaxbestandteile ebenfalls explizit auf: „Abfragesprache am Beispiel von SQL: select, from, where; Verknüpfung von Bedingungen; Abfrage über mehrere Tabellen“ [BY18, Lernbereich 2]. Mit der Aufzählung „select, from, where“ werden zum einen die im Unterricht zu verwendenden Strukturelemente der SQL-Abfrage festgelegt. Zum anderen wird eine didaktische Reduktion getroffen, indem die Form des Joins implizit präzisiert wird: Ohne JOIN-Element können lediglich innere Joins realisiert werden, deren Bedingungen in der WHERE-Klausel der SQL-Abfrage zu notieren sind. So ist die SQL-Abfrage

```
SELECT * FROM table1 JOIN table2 ON table1.id=table2.id
```

im Unterricht als impliziter Join zu formulieren:

```
SELECT * FROM table1, table2 WHERE table1.id=table2.id
```

Eine Abfrage mit LEFT OUTER JOIN wie

```
SELECT * FROM table1 LEFT OUTER JOIN table2 ON  
table1.id=table2.id
```

kann nicht als impliziter Join formuliert werden und ist demzufolge gemäß bayrischem Lehrplan kein Unterrichtsinhalt.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Lerninhalt „Datenbankabfragen mit SQL“ in den Lehrplänen der Sekundarstufe II einen festen Platz einnimmt. In den Lehrplänen der Sekundarstufe I ist er bislang selten verortet, in den unteren Klassenstufen fehlt er gänzlich. Bei allen Lehrplänen ist an eine konkrete Verwendung der Datenbanksprache gedacht, d.h. die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, Abfragen syntaktisch korrekt zu formulieren.

4 Entwicklung eines Konzepts

Von den zehn häufigsten genutzten Datenbankengines sind laut [So18] im Dezember 2018 sieben relational. Die Vorgabe vieler Lehrpläne, im Unterricht als Datenbanksprache SQL zu verwenden, ist folglich praxisorientiert, zeitgemäß und eine geeignete Spezialisierung.

Neben der Überprüfung der Verankerung des Lerninhalts „Datenbankabfragen mit SQL“ in den Lehrplänen ist ein Abgleich dieses Inhalts mit den vier Kriterien der Fundamentalen Ideen der Informatik [Sc93] sinnvoll, um die Unterrichtsrelevanz abzuklären. Das

Horizontalkriterium ist erfüllt, da Datenbanksysteme und Datenbanksprachen gemäß [Ga13, S. 198-2014] in verschiedensten Bereichen Anwendung finden, u.a. bei Auskunfts- und Informationssystemen, im produzierenden Gewerbe und in der Softwareentwicklung. Das Vertikalkriterium ist erfüllt, da Syntax und Anwendungsfälle von SQL sinnvoll skalierbar sind. So kann durch Beschränkung auf die DRL wie in den meisten Lehrplänen und durch Weglassen der GROUP BY-, HAVING-, JOIN- und LIMIT-Klauseln der Komplexitätsgrad von SQL gesenkt werden. Auf diese Weise können auch jüngere Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I einen Zugang zu SQL erhalten ohne dass ihnen die Möglichkeit genommen wird, Verbünde zu bilden, die zentraler Bestandteil der Relationenalgebra sind. Fragestellungen wie „Wie findet eine Suchmaschine die Treffer zu meiner Anfrage?“ oder „Wie entstehen persönliche Empfehlungen eines Webshops?“ können der Lebenswelt jüngerer Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I zugeordnet werden und belegen, dass das Sinnkriterium erfüllt ist. Die Studie [Re18] zeigt, dass sich die jährliche Größe der globalen Datensphäre exponentiell entwickeln wird, von 33 Zettabyte im Jahr 2018 auf 175 Zettabyte im Jahr 2025. Auch das Zeitkriterium ist demzufolge erfüllt.

Die Datenbanksprache SQL lässt sich mit einer Programmiersprache wie Java vergleichen: Beides sind kontextfreie Sprachen, da sie sich wie bei [Gu18] und [Le18] in BNF beschreiben lassen. Schülerinnen und Schüler beherrschen diese Sprachen, wenn sie ihren syntaktischen Aufbau kennen (notwendige Voraussetzung) und ihre semantischen Möglichkeiten für die Entwicklung von Abfragen bzw. Programmen, die Umsetzung eigener Ideen, die Lösung von Anwendungsfällen etc. nutzen können (eigentliche Kompetenz). Demzufolge kann die Syntax als Diener der Semantik aufgefasst werden. Syntaktische Eigenheiten und Schwierigkeiten einer Sprache sollten nicht der Flaschenhals für das Ausleben von Kreativität und für die vollständige Nutzung der kognitiven Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler sein, da so die eigentliche Kompetenzbildung behindert würde.

Gerade Programmieranfängern könnte der theoretisch vorhandene semantische Spielraum durch mangelnde Kenntnis der Syntax eingeengt werden. Visuelle Entwicklungsumgebungen sind ein in der Praxis eingesetztes methodisches Mittel, um dieser Problematik zu begegnen (vgl. [Pr15] und [We17]). Die Bildungspläne einiger Länder wie [BW16] empfehlen daher explizit den Einsatz einer visuellen Entwicklungsumgebung.

So ist es naheliegend, Anfangsunterricht zur Datenbanksprache SQL mithilfe einer visuellen Drag&Drop-Lernumgebung zu gestalten – analog zur spiralcurricularen Kompetenzentwicklung nach [Br73] im Bereich der Programmierung mithilfe von Entwicklungsumgebungen wie Scratch und Snap!.

5 SQooL.it – ein HTML5-Prototyp

Der Prototyp SQooL.it eröffnet Schülerinnen und Schülern der unteren Klassenstufen der Sekundarstufe I einen propädeutischen Zugang zum Thema „Relationale

Datenbanksysteme und Datenbankabfragen mit SQL“, indem sie die rudimentäre SELECT-FROM-WHERE-Klausel ohne Syntaxeingabe lernen. Der Fokus der Lernumgebung liegt auf dem Prinzip der Veranschaulichung von Relationen als Tabellen.

SELECT

FROM

WHERE = **AND** =

Tabelle kunden x bestellt x artikel
Die Ergebnistabelle deiner Abfrage enthält 16 Zeilen.

KNachname	KVorname	AName
Fischler	Thomas	XML Schema Referenz ...
Fischler	Thomas	VBA mit Excel - easy
Fischler	Thomas	Jetzt lerne ich Typo...
Mayer	Maximilian	VBA mit Excel - easy
Mayer	Maximilian	Jetzt lerne ich Typo...
Mayer	Maximilian	Assembler Programmie...
Mayer	Maximilian	PHP 5.3 & MySQL 5.1
Mayer	Maximilian	Einstieg in PHP 5.4 ...
Gans	Gundula	Assembler Programmie...
Gans	Gundula	HTML Handbuch - Das ...
Gans	Gundula	SOA - Entwurfsprinzi...
Hammer	Hans	CSS für Profis
Hammer	Hans	MySQL 5 - kurz & gut

Abb. 2: Der Prototyp „SQool.it“

Im Gegensatz zu SQLsnap! müssen die Schülerinnen und Schüler keine Datenbankverbindung herstellen, keine Variablen setzen und keine Kenntnis des Cursorkonzepts besitzen, um Abfrageergebnisse auszugeben. Instanzen von Spalten und Tabellen werden durch Farben unterschieden. Abfragen können über eine Tabelle oder mehrere Tabellen gestellt werden. Die Verknüpfung von Tabellen ist mithilfe impliziter Joins über Bedingungen in der WHERE-Klausel möglich, so wie im bayrischen Lehrplan für die Sekundarstufe I vorgesehen. SQool.it bildet den gemeinsamen Kern der Lehrpläne ab, nicht aber die darüber hinausgehenden Inhalte wie Gruppierungen über die GROUP BY-Klausel und Aggregatfunktionen, Sortierungen über die ORDER BY-Klausel und Limitierungen, Unterabfragen, Sprachbestandteile der DCL, DDL und DM sowie spezielle SQL-Operationen wie Datums-, Zeit- und Stringfunktionen. Datentypen von Spalten werden nicht unterschieden und stets als Strings interpretiert.

Die Bedienung von SQool.it erfolgt bis auf die Eingabe von Inhalten in Bedingungsfelder ausschließlich per Maus. Nach Auswahl einer MySQL-Datenbank zeigt SQool.it alle

darin gespeicherten Tabellen an. Durch Klick auf eine Tabelle wird ihr Inhalt dargestellt. Per Drag&Drop können Tabellen in das FROM-Feld, Spalten in das SELECT-Feld und Bedingungen in das WHERE-Feld gezogen werden. Spalten werden erst beim Klick auf eine Instanz einer Tabelle im FROM-Feld angezeigt, um die Verwendung gleichnamiger Spalten und Joins einer Tabelle mit sich selbst realisieren zu können. Per Klick auf den grün-schwarzen „Play“-Button wird die Ergebnistabelle der SQL-Abfrage angezeigt, per Klick auf den daneben befindlichen „Reload“-Button werden alle Drag&Drop-Aktionen zurückgesetzt. Jedes Element der SQL-Abfrage kann durch Ziehen auf das Mülleimer-Symbol gelöscht werden.

Die Verbindungsdaten zum MySQL-Datenbankserver, also Hostname, Benutzername und Passwort, sind in der Datei „db/config.php“ hinterlegt. Alle Datenbanken, die im Kontext dieses Benutzers sichtbar sind, werden angezeigt. Die Rechte des verwendeten Benutzers sind so zu setzen, dass ausschließlich SELECT-Zugriffe auf die Datenbanken möglich sind, um Manipulationen durch SQL-Injections zu verhindern.

6 Entwicklung von SQooL.it

SQooL.it ist analog zu [Ko18] im MVC-Muster entwickelt und nutzt die Möglichkeiten des HTML5-Standards [Wo17]. Die einzelnen Komponenten des Prototyps sind in Tab. 4 beschrieben. Der Aufruf erfolgt über die HTML5-konforme Webseite „index.html“, die die Struktur festlegt. Die JavaScript-Datei „functions.js“ enthält die eigentliche Funktionalität und bezieht die Daten in Form von JSON-Strings über die PHP-Datenbankschnittstelle „index.php“ von einem MySQL-Datenbankserver. Das Laden und Rendern der HTML-Elemente auf der Webseite „index.html“ erfolgt unter Zuhilfenahme der freien JavaScript-Bibliothek jQuery von „The jQuery Foundation“ [Th18].

Komponente	Technologie	Dateien
Model	MySQL-Datenbank	db/config.php, webshop.sql
	JSON, PHP	db/index.php
View	CSS3	css/formate.css
	HTML5	index.html, img/*
Control	AJAJ, JavaScript, XMLHttpRequest	js/functions.js
	jQuery	js/jquery-3.3.1.min.js

Tab. 4: Komponenten des Prototyps

Beim Laden der Webseite werden die Informationen über Datenbanken, Tabellen und Spalten asynchron per AJAJ angefragt. Mittels Rückruffunktionen werden die in Form von JSON-Strings übertragenen Informationen als JavaScript-Objekte in einem globalen assoziativen Array namens „objects“ gespeichert, das als Datenbasis fungiert. Die

Objektart kann über ein Attribut namens „objtype“ differenziert werden. Die auf Basis von „objects“ gerenderten HTML-Elemente werden durch den im „id“-Attribut gesetzten Index des Objekts im Array identifiziert.

Die Informationen über Bedingungen werden nicht im Array „objects“, das dynamisch gefüllt wird, abgelegt, sondern in einem separaten globalen assoziativen Array namens „conditions“ gespeichert. Die Objekte in „conditions“ besitzen ein Attribut namens „instof“, das den genauen Subtyp der Bedingung angibt, z.B. „con_and“, „con_or“ oder „con_gleich“, um die Verschachtelungshierarchie zu realisieren.

Bei Drag&Drag-Interaktionen werden Kopien der bewegten Objekte mit einer neuen „id“ erzeugt und mithilfe einer Renderfunktion in der Droparea dargestellt. Diese Kopie des ursprünglichen Objekts wird in der globalen Variablen „instances“ gespeichert. Das gerenderte HTML-Element kann über sein „id“-Attribut dem korrespondierenden Objekt aus „instances“ eindeutig zugeordnet werden. Spaltenkopien besitzen eine Eigenschaft namens „tblinstance“, deren Inhalt der Index der zugehörigen Tabellenkopie ist. So können einheitliche Farben vergeben werden und beim Löschen einer Tabellenkopie alle zugehörigen Spaltenkopien gelöscht werden, damit die SQL-Abfrage konsistent bleibt.

Bei Klick auf den grün-schwarzen „Play“-Button wird auf Basis aller in „instances“ gespeicherten Objekte eine SQL-Abfrage generiert. Dazu wird über die DOM-Bäume der Container iteriert, deren HTML-Elemente beim Eintreten des „Drop“-Ereignisses durch eine Renderfunktion erzeugt wurden, welche anhand des „id“-Elements des bewegten HTML-Elements die benötigten Informationen aus dem „instances“-Objekt ausliest. Der DOM-Baum der „WHERE“-Elemente wird mit einer rekursiven Funktion in Inorder traversiert, um AND- und OR-Bedingungen korrekt aufzulösen und die WHERE-Klausel zu generieren. Die so erzeugte SQL-Abfrage wird mittels AJAX an den Datenbankserver geschickt, dessen Antwort mithilfe einer Rückruffunktion auf der Webseite gerendert wird.

Eine Limitierung besteht für SQL-Abfragen, die eine Ergebnistabelle liefern, deren Generierung die PHP-Speicherplatzrestriktion „memory_limit“ des Skripts „index.php“ übersteigt.

7 SQooL.it im praktischen Einsatz

Anfangsunterricht zum Thema „Relationale Datenbanksysteme und Datenbankabfragen mit SQL“ sollte gemäß Sinnkriterium von [Sc93] die Alltagsrelevanz der Bedeutung der Datenspeicherung und Datenverarbeitung in den Vordergrund stellen. Ein sinnvolles Lernziel kann sein, wie Daten zur Gewinnung neuer Informationen herangezogen werden. SQooL.it hilft dabei, die Verknüpfung mehrerer Tabellen zu veranschaulichen, damit die Schülerinnen und Schüler die Logik der Rekombination von Daten über Verbünde nachvollziehen können.

Abbildungen 3 bis 6 zeigen SQool.it im praktischen Einsatz. Die Komplexität der SQL-Abfragen wird nach der Anzahl der zu verknüpfenden Tabellen bzw. der Anzahl der Verbund-Operationen differenziert. Den Beispielen liegt die Datenbank „webshop“ zugrunde, die das in Tab. 5 dargestellte Schema besitzt.

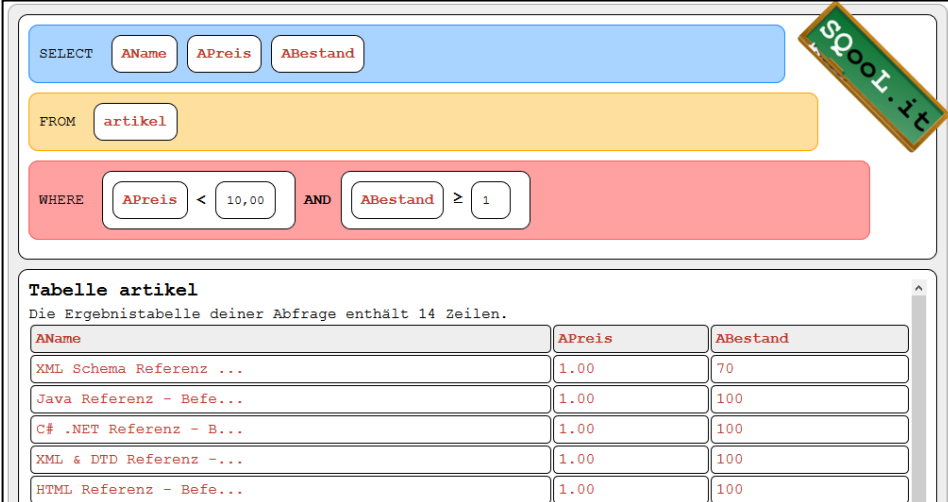
```

artikel(ANr, AName, APreis, ABild, ABestand)
bestellt(KNr, ANr, BZeitpunkt, BAnzahl)
kunden(KNr, KUser, KPasswort, KVorname, KNachname, KStrasse, KPlz, Kort, KEmail)

```

Tab. 5: Schema der Datenbank „webshop“ ohne Datentypen

Die Abfrage in Abb 3. gibt die Tabelle aus, in der alle bestellbaren Artikel mit einem Preis unter 10,00 Euro aufgelistet sind. Die Befüllung der Bedingungsfelder mit den Zahlenwerten „10,00“ und „1“ erfolgt mittels Doppelklick. Werte müssen nicht in Anführungszeichen gesetzt werden.

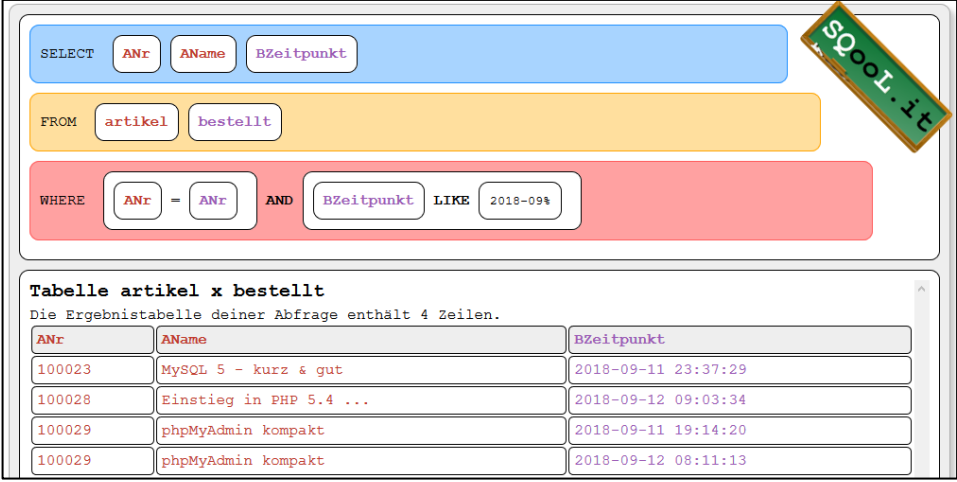


The screenshot shows the SQool.it interface with a query builder and a results table. The query is: `SELECT AName, APreis, ABestand FROM artikel WHERE APreis < 10,00 AND ABestand >= 1`. The results table is titled "Tabelle artikel" and contains 5 rows of data.

AName	APreis	ABestand
XML Schema Referenz ...	1.00	70
Java Referenz - Befe...	1.00	100
C# .NET Referenz - B...	1.00	100
XML & DTD Referenz -...	1.00	100
HTML Referenz - Befe...	1.00	100

Abb. 3: Abfrage über eine Tabelle

Die Abfrage in Abb. 4 gibt die Tabelle aller im September 2018 bestellten Artikel aus. Dazu ist ein Verbund über die Tabellen „artikel“ und „bestellt“ anhand des Schlüsselattributs „ANr“ notwendig. Der Bestellzeitpunkt wird mithilfe einer LIKE-Bedingung, die den Ausdruck „2018-09%“ enthält, eingegrenzt. Das Prozentzeichen ist ein Platzhalter für beliebige Zeichenfolgen.



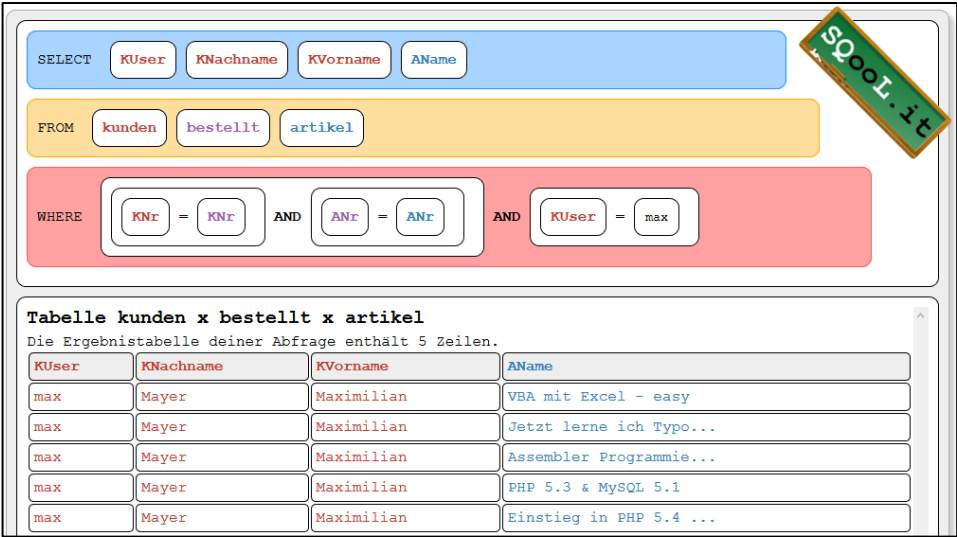
The screenshot shows a SQL query builder interface with a blue header bar, a yellow middle bar, and a red bottom bar. The query is: `SELECT ANr, AName, BZeitpunkt FROM artikel, bestellt WHERE ANr = ANr AND BZeitpunkt LIKE 2018-09%`. Below the query, the result table is titled "Tabelle artikel x bestellt" and contains 4 rows of data.

Tabelle artikel x bestellt
Die Ergebnistabelle deiner Abfrage enthält 4 Zeilen.

ANr	AName	BZeitpunkt
100023	MySQL 5 - kurz & gut	2018-09-11 23:37:29
100028	Einstieg in PHP 5.4 ...	2018-09-12 09:03:34
100029	phpMyAdmin kompakt	2018-09-11 19:14:20
100029	phpMyAdmin kompakt	2018-09-12 08:11:13

Abb. 4. Abfrage über zwei Tabellen

Die Abfrage in Abb. 5 gibt die Tabelle aus, die alle Artikel des Kunden mit dem Benutzernamen „max“ enthält. Die verschiedenen Farben helfen den Schülerinnen und Schülern dabei, den Verbund über die Tabellen „kunden“, „bestellt“ und „artikel“ anhand der Schlüsselattribute „KNr“ und „ANr“ nachzuvollziehen.



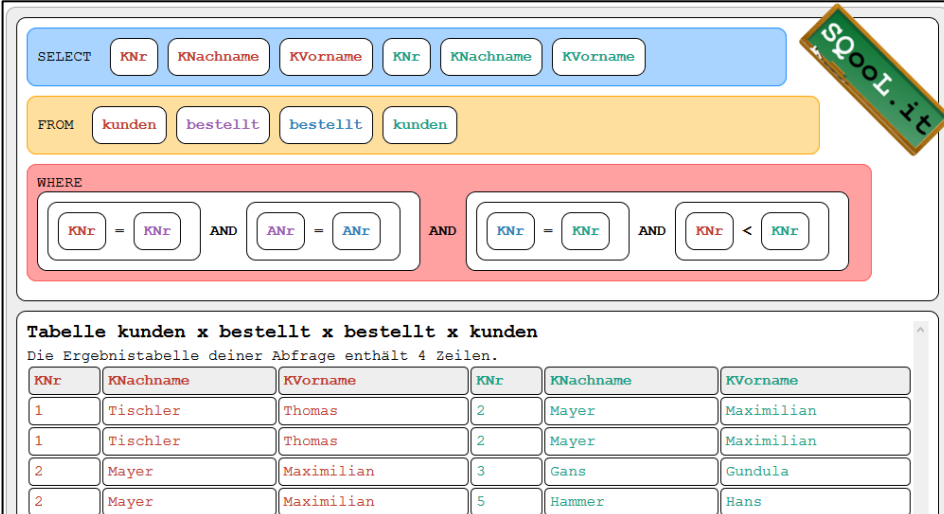
The screenshot shows a SQL query builder interface with a blue header bar, a yellow middle bar, and a red bottom bar. The query is: `SELECT KUser, KNachname, KVorname, AName FROM kunden, bestellt, artikel WHERE KNr = KNr AND ANr = ANr AND KUser = max`. Below the query, the result table is titled "Tabelle kunden x bestellt x artikel" and contains 5 rows of data.

Tabelle kunden x bestellt x artikel
Die Ergebnistabelle deiner Abfrage enthält 5 Zeilen.

KUser	KNachname	KVorname	AName
max	Mayer	Maximilian	VBA mit Excel - easy
max	Mayer	Maximilian	Jetzt lerne ich Typo...
max	Mayer	Maximilian	Assembler Programmie...
max	Mayer	Maximilian	PHP 5.3 & MySQL 5.1
max	Mayer	Maximilian	Einstieg in PHP 5.4 ...

Abb. 5: Abfrage über drei Tabellen

Die Abfrage in Abb. 6 gibt die Tabelle aus, die alle Kundenpaare ohne Duplikate auflistet, die den gleichen Artikel bestellt haben. Dazu werden Verbünde der „kunden“- und „bestellt“-Tabellen mit sich selbst durchgeführt. Die Reihenfolge der Tabellen im FROM-Feld hat keinen Einfluss auf das Ergebnis der Abfrage, ist aber bewusst so gewählt, dass die Schülerinnen und Schüler die drei Verbundschritte besser nachvollziehen können. Das Alias-Prinzip zur Verwendung mehrerer gleichnamiger Tabellen wird durch den Einsatz verschiedener Farben repräsentiert. Die Bedingung, dass die Kundennummer der ersten „kunden“-Tabelle kleiner sein muss als die der zweiten, realisiert die Duplikatenfreiheit.



The screenshot shows the SQoOL.it interface with the following SQL query:

```
SELECT KNr, KNachname, KVorname, KNr, KNachname, KVorname
FROM kunden, bestellt, bestellt, kunden
WHERE KNr = KNr AND ANr = ANr AND KNr = KNr AND KNr < KNr
```

The result table is titled "Tabelle kunden x bestellt x bestellt x kunden" and contains 4 rows:

KNr	KNachname	KVorname	KNr	KNachname	KVorname
1	Tischler	Thomas	2	Mayer	Maximilian
1	Tischler	Thomas	2	Mayer	Maximilian
2	Mayer	Maximilian	3	Gans	Gundula
2	Mayer	Maximilian	5	Hammer	Hans

Abb. 6: Abfrage über vier Tabellen

8 Fazit

SQoOL.it kann jüngeren Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I einen handlungsorientierten Einstieg in das Thema „Datenbanksysteme und Datenbankabfragen mit SQL“ ermöglichen. Sie könnten auf diese Weise lernen, *was* Daten sind, *wie* Daten abgespeichert werden und *wie* Daten zur Generierung neuer Informationen genutzt werden. Mithilfe dieser Kompetenz wären die Schülerinnen und Schüler u.a. in der Lage, die Begriffe „personenbezogene Daten“ und „nicht personenbezogene Daten“ besser voneinander abzugrenzen. So enthält die Tabelle „artikel“ aus obigem Beispiel für sich genommen keine personenbezogenen Daten. Erst eine Datenbankabfrage über die Tabellen „artikel“, „bestellt“ und „kunden“ generiert die Informationen, welcher Kunde (mit Name und Vorname) welchen Artikel (mit Name) bestellt hat. Dieses Beispiel zeigt, wie die bereits jetzt in den Lehrplänen der Sekundarstufe I enthaltenen Inhalte und

Kompetenzen zu Datenschutz und Datensicherheit wie im Lehrplan [BW16, 3.1.4] *konkret* vermittelbar sind.

SQooL.it könnte eine Brückenfunktion zu den Lerninhalten des Themas „Relationale Datenbanksysteme“ der Lehrpläne der Sekundarstufe II leisten, da Grundbegriffe des relationalen Datenmodells anschaulich gelernt werden könnten und ein Übergang zur syntaktischen Umsetzung von SQL-Abfragen erleichtert würde. Ein Einsatz von SQooL.it wäre auch in der Sekundarstufe II denkbar, um die für die Formulierung von SQL-Abfragen mit Joins benötigten Schlüsselattribute zu identifizieren.

SQooL.it basiert auf HTML5 und kann dadurch in allen Browsern, die diesen Standard umsetzen, verwendet werden. Der aktuelle Prototyp v0.1 ist voll einsatzfähig.

Im Rahmen einer Forschungsarbeit ist eine Weiterentwicklung, z.B. durch Ergänzen einer Lehrerkonsole, die das Bereitstellen von Aufgaben ermöglicht, eine Praxiserprobung im Unterricht und eine Evaluierung des Gesamtkonzepts denkbar.

Abkürzungen

AJAJ	Asynchronous JavaScript And JSON
CSS	Cascading Style Sheets
DCL	Data Control Language
DDL	Data Definition Language
DML	Data Manipulation Language
DOM	Document Object Model
DRL	Data Retrieval Language
JSON	JavaScript Object Notation
HTML	Hypertext Markup Language
MVC	Model View Controller
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor
SQL	Structured Query Language

Abbildungen

Alle Abbildungen, Screenshots und Tabellen stammen vom Autor des Manuskripts, 2018.

Literaturverzeichnis

- [BE06] Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin: Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe, 2016. https://www.berlin.de/sen/bildung/unterricht/faecher-rahmenlehrplaene/rahmenlehrplaene/mdb-sen-bildung-unterricht-lehrplaene-sek2_informatik.pdf. Abruf am 06.10.2018.
- [BE15] Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin: Informatik Wahlpflichtfach Jahrgangsstufen 7 - 10, 2015. https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_Informatik_2015_11_10_WEB.pdf. Abruf am 06.10.2018.
- [Br73] Bruner, J. S.: Der Prozeß der Erziehung (3. Aufl.). Berlin Verlag, 1973.

-
- [BW14] Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg: Bildungsplan Informatik Baden-Württemberg Kursstufe (4-stündig), 2014. <http://www.bildungsplaene-bw.de/Lde/Startseite/BP2004>. Abruf am 06.10.2018.
- [BW16] Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg: Bildungsplan Aufbaukurs Informatik 7, 2016. <http://www.bildungsplaene-bw.de/Lde/LS/BP2016/BW/ALLG/SEK1/INF7/IK/7/04>. Abruf am 06.10.2018.
- [BY18] Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung Bayern: Entwurf des Fachlehrplans Informatik 9 Gymnasium, 2018. <https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/gymnasium/9/informatik>. Abruf am 06.10.2018.
- [Co70] Codd, E.F.: A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. Communications of the ACM. Vol. 13, No. 6, 1970, S. 377-387.
- [Da04] Date, C. J.: An Introduction to Database Systems (8. Aufl.). Pearson Education, 2004.
- [Ga13] Gabriel, R.: Gestaltung und Einsatz von Datenbanksystemen. Data Base Engineering und Datenbankarchitekturen. Springer, 2013.
- [Gu18] Guyot, J: BNF Index of JAVA language grammar. <http://cui.unige.ch/isi/bnf/JAVA/BNFindex.html>. Abruf am 17.12.2018.
- [HB06] Die Senatorin für Bildung und Wissenschaft: Informatik Bildungsplan für die Gymnasiale Oberstufe – Qualifikationsphase, 2006. https://www.lis.bremen.de/sixcms/media.php/13/INF_GyQ_2009.pdf. Abruf am 06.10.2018.
- [HE16] Hessisches Kultusministerium: Kerncurriculum gymnasiale Oberstufe, 2016. <https://kultusministerium.hessen.de/sites/default/files/media/kcgo-in.pdf>. Abruf am 06.10.2018.
- [HH09] Freie und Hansestadt Hamburg Behörde für Schule und Berufsbildung: Bildungsplan gymnasiale Oberstufe Informatik, 2009. <https://www.hamburg.de/contentblob/1475204/41290574a3e8163399b73432d8416576/data/informatik-gyo.pdf>. Abruf am 06.10.2018.
- [HH11] Freie und Hansestadt Hamburg Behörde für Schule und Berufsbildung: Bildungsplan Gymnasium Sekundarstufe I Informatik Wahlpflichtfach, 2011. <https://www.hamburg.de/contentblob/2373274/2aacc10832a0e7cef2c704e49af5ee6b/data/informatik-gym-seki.pdf>. Abruf am 06.10.2018.
- [Ko18] Koch, A.: Bilderrätsel mit AJAX und Drag&Drop. <http://www.andreas-koch.de/bilderraetsel/>. Abruf am 26.09.2018.
- [Le18] Leffler, J.: BNF Grammars for SQL-92, SQL-99 and SQL-2003. <https://ronsavage.github.io/SQL/>. Abruf am 17.12.2018.
- [Mo18] Modrow, E.: SQLsnap!. <http://snapextensions.uni-goettingen.de/>. Abruf am 16.09.2018.
- [MV06] Bildungsserver Mecklenburg-Vorpommern: Kerncurriculum für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe, 2006. https://www.bildung-mv.de/downloads/unterricht/Rahmenplaene/Rahmenplaene_allgemeinbildende_Schulen/Informatik/kc-informatik-11-12-gym.pdf. Abruf am 06.10.2018.

-
- [NI14] Niedersächsisches Kultusministerium: Kerncurriculum für die Schulformen des Sekundarbereichs I Schuljahrgänge 5 - 10 Informatik, 2014. http://db2.nibis.de/1db/cuvo/datei/kc_informatik_sek_i.pdf. Abruf am 06.10.2018.
- [NI17] Niedersächsisches Kultusministerium: Kerncurriculum: Kerncurriculum für das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe, die Gesamtschule – gymnasiale Oberstufe, das Kolleg Informatik, 2017. http://db2.nibis.de/1db/cuvo/datei/inf_go_kc_druck_2017.pdf. Abruf am 06.10.2018.
- [NI18] Niedersächsisches Kultusministerium: Ergänzende Hinweise zum Kerncurriculum Informatik. 2018. http://db2.nibis.de/1db/cuvo/datei/INF_Ergaenzende-Hinweise_GO_2018.pdf. Abruf am 06.10.2018.
- [NW14] Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen: Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen Informatik, 2014. https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/75/KLP_GOSt_Informatik.pdf. Abruf am 06.10.2018.
- [NW15] Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen: Kernlehrplan für die Gesamtschule/Sekundarschule in Nordrhein-Westfalen Wahlpflichtfach Informatik, 2015. https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SI/GE/wp-if/KLP_GE_WP_Informatik_Endfassung.pdf. Abruf am 06.10.2018.
- [Pr15] Price, T.: Comparing Textual and Block Interfaces in a Novice Programming Environment. ICER '15. Proceedings of the eleventh annual International Conference on International Computing Education Research, S. 91-99. ACM, 2015.
- [Re18] Reinsel, D.: The Digitization of the World. <http://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf>. Abruf am 16.12.2018.
- [RP01] Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur Rheinland-Pfalz: LEHRPLAN INFORMATIK Wahlfach und Wahlpflichtfach an Gymnasien und Integrierten Gesamtschulen (Sekundarstufe I). https://static.bildung-rp.de/lehrplaene/gymnasium/Informatik_LP_SekI.pdf. Abruf am 06.10.2018.
- [RP02] Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur Rheinland-Pfalz: LEHRPLAN INFORMATIK Grund- und Leistungsfach Einführungsphase und Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe (Mainzer Studienstufe). https://static.bildung-rp.de/lehrplaene/gymnasium/Informatik_LP_SekII.pdf. Abruf am 06.10.2018.
- [SA16] Ministerium für Bildung Saarland: Achtjähriges Gymnasium Informatik, 2016. https://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/INFeb2006.pdf. Abruf am 06.10.2018.
- [Sc93] Schwill, A.: Fundamentale Ideen der Informatik. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 25 (1), S. 20-31, Springer-Verlag, 1993.
- [Sf18] Scratch Foundation: Scratch. <https://scratch.mit.edu/>. Abruf am 26.09.2018.
- [So18] solid IT: DB-Engines-Ranking. https://db-engines.com/de/ranking_trend. Abruf am 16.12.2018.

-
- [Sw18] Scratch Wiki: Scratch 3.0. https://en.scratch-wiki.info/wiki/Scratch_3.0. Abruf am 26.09.2018.
- [SH02] Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein: Lehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium, Gesamtschule, Fachgymnasium Informatik, 2002. <https://lehrplan.lernnetz.de/index.php?DownloadID=73>. Abruf am 06.10.2018.
- [SN18] Sächsisches Staatsministerium für Kultus: Lehrplan Informatik Gymnasium 2004/2007/2011/2018, 2018. https://www.schule.sachsen.de/lpdb/web/downloads/1430_lp_gy_informatik_2018.pdf. Abruf am 06.10.2018.
- [ST17] Ministerium für Bildung Sachsen-Anhalt: Fachlehrplan Gymnasium, 2017. https://www.bildung-lsa.de/pool/RRL_Lehrplaene/Erprobung/Gymnasium/FLP_Gym_Informatik_LT.pdf. Abruf am 06.10.2018.
- [TH12] Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur: Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife Informatik, 2012. <https://www.schulportal-thueringen.de/media/detail?tspi=3657>. Abruf am 06.10.2018.
- [Th18] The jQuery Foundation: jQuery v3.3.1. <http://jquery.com/> und <https://code.jquery.com/jquery-3.3.1.min.js>. Abruf am 09.09.2018 um. Frei verwendbar unter den Bedingungen der MIT License.
- [Un18] University of California at Berkely: Snap!. <https://snap.berkeley.edu/>. Abruf am 26.09.2018.
- [We17] Weintrop, D.: How Block-based Languages Support Novices: A Framework for Categorizing Block-based Affordances. *Journal of Visual Languages and Sentient Systems*, 3, S. 92-100. Pittsburgh, 2015.
- [Wi14] Wieken, J.-H.: Ernsthaft SQL verstehen: Den Standard SQL verstehen, verwenden und nachschlagen (Bd. 1, 3. Aufl.). ServiceValue Fachbücher, 2014.
- [Wo17] World Wide Web Consortium: HTML5 (5.1 2nd Edition vom 3. Oktober 2017). <https://www.w3.org/TR/html51/>. Abruf am 26.09.2018.