

Gemeinsamer Referenzrahmen Informatik (GeRRI)

Mindeststandards für die auf Informatik bezogene Bildung
Empfehlungen des MNU - Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts
Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Erarbeitet vom Arbeitskreis GeRRI
Gerhard Röhner (Leitung), Torsten Brinda, Martin Fricke, Marius Gevers,
Alexander Hug, Daniel Losch, Hermann Puhlmann

1. Auflage 2020

```
return U>T[3]-0} ,nth:function(V,U,T) { return T[3]-0==U} ,eq:function(V,  
return X(Z,W,V,aa)} else { if(U==="contains") { return(Z.textConte  
&U.getAttribute("id")==T} ,TAG:function(U,T) { return(T==="*"&&U.nodeType===  
function(Y,U,ab,ac) { ab=ab||[];U=U||;if(U.nodeType!==1&&U.nodeType!==9)  
if(W[2]) { V=RegExp.rightContext;break} } if(Z.length>1&&M.exec(Y)) { if(  
eof Y!="string") { return ab} var Z=[],W,af,ai,T,ad,V,X=true;R.lastIndex=0;w  
,U)} else { af=I.relative[Z[0]]?[U]:F(Z.shift(),U);while(Z.length) { Y=Z  
function(T,U) { return F(T,null,null,U)} ;F.find=function(aa,T,ab) { var  
(;if((X=I.match[Y].exec(aa))) { var U=RegExp.leftContext;if(U.substr(U.length-  
f(Z!=null) { aa=aa.replace(I.match[Y],"");break} } } } if(!Z) { Z=T.getEl  
ac,ag,W) { var V=ad,ai=[],aa=ac,Y,T,Z=ac&&ac[0]&&Q(ac[0]);while(ad&&ac.length)  
return !!T.firstChild} ,empty:function(T) { return !T.firstChild} ,has:function  
return/h\d/i.test(T.nodeName)} ,:function(T) { return"text"===T.type} ,:f  
=0) { hasDuplicate=true} return V } } else { if("sourceIndex" in .documentE  
ling) { if(U.nodeType===1) { return false} } if(Z=="first") { return t  
return"file"===T.type} ,:function(T) { return"password"===T.type} ,:functio  
return"image"===T.type} ,:function(T) { return"reset"===T.type} ,:function(T) {  
if(Y[W]===Z) { return false} } return true} } } } ,CHILD:function(T,W) {  
ling) { if(U.nodeType===1) { return false} } if(Z=="first") { return  
V[2],ac=W[3];if(V==1&&ac==0) { return true} var Y=W[0],ab=T.parentNode;if(ab&&  
if(U.nodeType===1) { U.nodeIndex=++X } ab.sizcache=Y} var aa=T.nodeIndex-a  
expr:Z.pop(),set:E(ac)} :F.find(Z.pop(),Z.length===1&&U.parentNode?U.parentN  
e { X=false} while(Z.length) { var ah=Z.pop(),ag=ah;if(!I.relative[ah]) {  
if(!ai) { throw"Syntax error: "+(ah|Y)} if(H.call(ai)=== "[object Array]") {  
if(Y) { for(var X=0;(af=aa[X])!=null;X++) { if(af) { ah=U(af,Y,X,aa  
ai.push(af);T=true} } } } } if(ah!=g) { if(!ag) { aa=ai} ad=ad.replac  
error, unrecognized expression: "+ad} else { break} } V=ad} return aa} ;var I=  
null;aa++) { if(ai[aa]&&ai[aa].nodeType===1) { ab.push(af[aa])} } } } } e  
e;ab.sort(G);if(hasDuplicate) { for(var aa=1;aa<ab.length;aa++) { if(ab[
```



VERBAND ZUR FÖRDERUNG
DES MINT-UNTERRICHTS
BUNDESVERBAND

GESELLSCHAFT
FÜR INFORMATIK



Gemeinsamer Referenzrahmen Informatik (GeRRI)

Vorwort des MNU-Vorsitzenden

Zu einer guten Allgemeinbildung gehören nicht nur Kulturaspekte aus dem ästhetischen, sprachlichen und gesellschaftswissenschaftlichen Bereich, sondern auch aus der Mathematik, den Naturwissenschaften, der Informatik und der Technik. Gerade die letzten genannten Disziplinen müssen als Teil des „Tiegels des allgemeinen Kulturguts“ mitgedacht werden, will die Menschheit ihre Probleme sachgemäß und umfassend lösen. Mit dem Gemeinsamen Referenzrahmen für die Naturwissenschaften (GeRRN) hat der MNU für das Ziel einer tragfähigen Allgemeinbildung ein System von Kompetenzen entwickelt, das einerseits beschreibt, welchen Anforderungen sich eine Person bei Erwerb bestimmter Kompetenzen erfolgreich stellen kann, andererseits, welche Kompetenzen mindestens erworben sein müssen, um selbstbestimmt am gesellschaftlichen Leben teilhaben zu können.

Es freut mich sehr, dass die Informatik so rasch nach Entwicklung des GeRRN einen eigenen Referenzrahmen für ihr Fach - den GeRRI - vorlegt. Der GeRRI füllt hilfreich eine aus meiner Sicht entstandene Lücke der Beschreibungen anderer Institutionen wie EU und KMK zur informatischen Allgemeinbildung und stellt damit ein notwendiges Dokument dar. Die entsprechenden Verlautbarungen der EU und der KMK umschreiben die informatische Allgemeinbildung mit *Nutzung und kritische Reflexion von digitalen Medien* und spiegeln damit eher eine rezeptive Haltung der Lernenden wider. Der GeRRI hingegen entwickelt mit der Hinzunahme des Verständnisses grundlegender informatischer Konzepte und damit auch der Betrachtung von unterschiedlichen Informatiksystemen und ihrer Funktion einen aktiven, kreativen und selbstständigen, insgesamt „kompetenten User“, der dem Bild eines Menschen mit einer tragfähigen Allgemeinbildung eingehender entspricht.

Ich danke allen, die sich an der Entwicklung des GeRRI beteiligt haben, insbesondere Gerhard Röhner, der den Gedanken des GeRRN so schnell aufgenommen und mit unermüdlichem Einsatz umgesetzt hat. Er hat auch mit der GI einen befreundeten Fachverband zur gemeinsamen Bearbeitung des Referenzrahmens gewinnen können. Der vorgelegte Referenzrahmen zeigt eindrucksvoll, wie fruchtbar diese Zusammenarbeit war. Der MNU wird auch in Zukunft die weiteren Arbeiten am GeRRI gerne unterstützen, da er einen wichtigen Beitrag zur Allgemeinbildung der MINT-Fächer liefert.

Düsseldorf, im Dezember 2019



Vorsitzender des MNU

Vorwort des GI-Präsidenten

Die Gesellschaft für Informatik e. V. hat eine lange Tradition in der Entwicklung von Empfehlungen für informatische Bildung entlang der Bildungskette. Mit den 2019 erschienenen Empfehlungen für *Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich* wurde die letzte noch bestehende Lücke für die schulische Bildung geschlossen. Bereits 2008 und 2016 erschienen Empfehlungen für *Bildungsstandards Informatik in der Sek. I bzw. Sek. II*.

Mit Vorliegen all dieser Empfehlungen war nun die Grundlage gegeben, diese übergreifend zu verzahnen und unterschiedliche informatikbezogene Ausbildungsniveaus in einem gemeinsamen Referenzrahmen Informatik zu spezifizieren. Der nun vorliegende Vorschlag soll dazu dienen, in Deutschland und auch darüber hinaus zu einem gemeinsamen Verständnis informatischer Bildung beizutragen und deren Gestaltung und Implementierung in Schulen weiter voranzubringen. Weiterhin können damit erstmals gewünschte informatische Qualifikationsniveaus für vielfältige Zwecke konkret referenziert werden.

Der Vorschlag erscheint in einer ersten Version und soll zukünftig weiterentwickelt werden. Da die GI auch immer wieder Empfehlungen für die Gestaltung von Studiengängen in der Informatik herausgibt, zuletzt 2016 die Empfehlungen für *Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik an Hochschulen*, ist zu einem späteren Zeitpunkt auch die Ausweitung auf den hochschulischen Bereich vorgesehen.

Ich danke der verbandsübergreifenden Arbeitsgruppe mit Mitgliedern aus der Gesellschaft für Informatik e. V. und dem Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts (MNU), die das vorliegende Dokument in zahlreichen Sitzungen und unter Einbeziehungen der Fachcommunity erarbeitet hat.

Bonn, im Dezember 2019



Präsident der GI

Vorbemerkung

Seit 2014 wird der Entwicklungsprozess eines Referenzrahmens für die Bildung im Bereich der Naturwissenschaften aktiv vom MNU – Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts vorangetrieben. Nach der Vorstellung und Diskussion der ersten beiden Entwürfe wurde auf dem MNU-Bundeskongress in Hannover 2019 die dritte überarbeitete Auflage des Gemeinsamen Referenzrahmens für Naturwissenschaften (GeRRN) veröffentlicht. Darin werden prozessbezogene und inhaltsbezogene naturwissenschaftliche Kompetenzen auf fünf aufeinander aufbauenden Referenzniveaus beschrieben.

Der MNU als Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts hat neben den Naturwissenschaften auch die Fächer Mathematik, Informatik und Technik im Blick. Daher gibt es Bestrebungen, auch für diese Fächer Referenzrahmen zu entwickeln. Bezüglich eines *Gemeinsamen Referenzrahmens Informatik* (GeRRI) hat der MNU im Herbst 2016 der Gesellschaft für Informatik ein Kooperationsangebot zur Entwicklung eines Referenzrahmens für Informatik gemacht. Dieses Angebot wurde durch Einrichtung eines gemeinsamen Arbeitskreises aufgegriffen, der den vorliegenden Entwurf eines Gemeinsamen Referenzrahmens Informatik (GeRRI) in einem Zeitraum von zwei Jahren in sechs dreitägigen Arbeitssitzungen entwickelt hat.

Informatik und Allgemeinbildung

Die allgegenwärtige Verfügbarkeit digitaler Technologien hat die Art und Weise, wie wir leben, lernen und arbeiten radikal geändert. Alltägliche Aktivitäten sind mit Informatiksystemen (z. B. Tablet, Smartphone) möglich und prägen unseren digitalen, vernetzten Alltag. Ebenso universell ist die Nutzung von Informatiksystemen im beruflichen Kontext.

Informatiksysteme bewirken einen rasanten Wandel in vielen Tätigkeitsbereichen. Informatik beeinflusst und verändert dadurch die gesellschaftlichen und beruflichen Strukturen. Damit Einzelne aktiv teilhaben können, müssen sie Informatiksysteme verantwortungsvoll nutzen und gestalten können. Darüber hinaus muss er die durch die Informatik bedingten Veränderungen einschätzen können. Dazu bedarf es eines grundlegenden Verständnisses der zugrunde liegenden Informatikkonzepte und der Möglichkeiten, die sich durch die Digitalisierung eröffnen. Die Fähigkeit, über das Nutzen hinaus auch gestalten und fundierte Einschätzungen treffen zu können, leistet einen Beitrag zur Aufklärung. Das Wissen darüber, wie sich durch die Digitalisierung die Welt verändert, und die Möglichkeit, gestaltend Einfluss nehmen zu können, machen den allgemeinbildenden Charakter informatischer Kompetenz aus und erlauben im beruflichen Kontext, die Herausforderung einer zunehmend digitalisiert gestalteten Arbeitswelt zu bewältigen und zu gestalten.

Die Europäische Union hat 2007 einen europäischen Referenzrahmen für lebenslanges Lernen herausgegeben, in dem auch u. a. die „Computerkompetenz“ als Schlüsselkompetenz ausgewiesen ist, welche wie folgt definiert wird: *„Computerkompetenz umfasst die sichere und kritische Anwendung der Technologien der Informationsgesellschaft für Arbeit, Freizeit und Kommunikation. Sie wird unterstützt durch Grundkenntnisse der Informations- und Kommunikationstechniken: Benutzung von Computern, um Informationen abzufragen, zu bewerten, zu speichern, zu produzieren, zu präsentieren und auszutauschen, über Internet zu kommunizieren und an Kooperationsnetzen teilzunehmen.“* Als Schlüsselkompetenz wird dabei eine Kompetenz bezeichnet, die alle Menschen für ihre persönliche Entfaltung, soziale Integration, Bürgersinn und Beschäftigung benötigen. In der Untersetzung des Begriffs „Computerkompetenz“ wird deutlich, worauf es im Referenzrahmen der EU ankommt: Anwendung der IT-Technologien und Grundkenntnisse in der Benutzung von Computern. Verzichtet wird hingegen auf Grundsätze und Grundprinzipien, deren Kenntnis beispielsweise bei der mathematischen Kompetenz und der grundlegenden naturwissenschaftlich-technischen Kompetenz verlangt wird.

In der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ von 2016 werden umfassend Kompetenzen für ein Leben in der digitalen Welt benannt, die Voraussetzung für soziale Teilhabe und einen erfolgreichen Bildungs- und Berufsweg sind. Diese sollen von allen Schülerinnen und Schülern in der Schule erworben werden. Dabei stehen wie bei der Computerkompetenz der EU die Nutzung von digitalen Medien und die kritische, reflektierte Auseinandersetzung mit ihnen im Vordergrund. Das ist insoweit gerechtfertigt, als dieser Bildungsauftrag laut KMK alle Fächer betrifft. Zur Allgemeinbildung und Mündigkeit gehört aber nicht nur die Nutzung und kritische Reflexion digitaler Medien, sondern auch ein Verständnis der damit verbundenen grundlegenden Konzepte. Erst wenn man versteht, wie etwas funktioniert, kann man selbstständig informatische Probleme bewältigen und fachlich begründete Beurteilungen und Bewertungen vornehmen. In einem Unterpunkt ihres Kompetenzmodells greift die KMK diesen Gedanken ansatzweise auf und geht damit über den Referenzrahmen der EU hinaus: „*Funktionsweisen und wichtige Prinzipien der digitalen Welt kennen und verstehen*“ wird dort unter einer algorithmischen Perspektive angeführt.

Tatsächlich sind das Kennen und Verstehen dieser Funktionsweisen und Prinzipien der Schlüssel dazu, sich in der digitalen Welt souverän zu bewegen. Es sind die Bedingungen dafür, einer neuen digitalen Spaltung zwischen passiven Konsumenten der digitalen Welt und aktiven Gestaltern, die die digitale Welt für sich nutzbar machen und die Entwicklung der Gesellschaft mitbestimmen, entgegenzuwirken.

Dieser Referenzrahmen beschreibt, aufgeteilt in die Bereiche *Digitalisierung, Automatisierung* und *Informatiksysteme*, wie Nutzung, Gestaltung und Reflexion digitaler Systeme mit der Kenntnis informatischer Grundkonzepte verwoben sind. Damit wird dargestellt, unter welchen Facetten Informatik zur Allgemeinbildung beiträgt: Weil sie langfristig gültige Grundprinzipien und Funktionsweisen im aktuellen Kontext digitaler Systeme erklärt, ermöglicht sie deren nachhaltige und verständige Nutzung, aber auch die Bewertung und Teilhabe an Entscheidungsprozessen auf einer soliden fachlichen Basis. Sie befähigt dazu, die Auswirkungen des digitalen Wandels auf Gesellschaft und Berufswelt einzuschätzen, und bewirkt so eine Aufklärung, die die aktive Teilhabe an der digitalen Welt erst ermöglicht.

Ziele

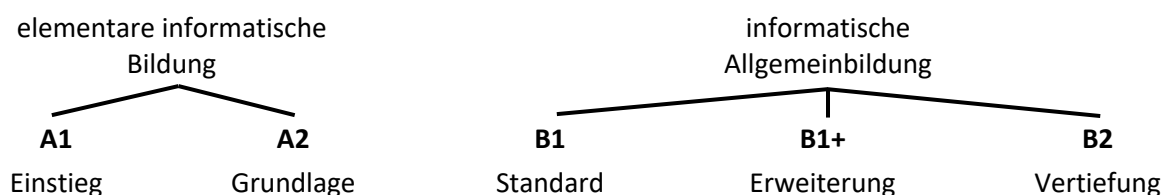
In diesem Referenzrahmen werden ausgehend von dem obigen Allgemeinbildungsbegriff informatische Kompetenzen in strukturierter Form dargestellt. Damit sind folgende Ziele verbunden:

- Stärkung der Informatik als Kulturgut des Menschen
- Stärkung der informatischen Allgemeinbildung
- ein Kommunikationsrahmen für die fachdidaktische Diskussion
- ein Orientierungsrahmen für die Entwicklung von Curricula und Bildungsmedien
- die Entwicklung von Zertifikaten informatischer Kompetenzen
- die Einschätzung des eigenen Kompetenzstands.

Referenzniveaus

Strukturell orientiert sich der Referenzrahmen am erfolgreichen *Gemeinsamen europäischen Referenzrahmen für Sprachen (GER)*. Das zeigt sich unter anderem in der Übernahme der Niveaubezeichnungen A1, A2, B1 und B2. Die Niveaus C1 und C2 entsprechen denen eines Experten, sind also den universitären Abschlüssen Bachelor (C1) und Master (C2) zuzuordnen und werden deshalb vom MNU nicht weiterverfolgt. Mit Blick auf das Schulsystem wurde wie im GeRRN das zusätzliche Niveau B1+ eingeführt. Erwirbt ein Schüler die Berechtigung zum Besuch eines Kurses, der zum Abitur führt, sollte er die Kompetenzen für das Niveau B1+ dauerhaft erworben haben.

Die Niveaus A1 und A2 entsprechen einer elementaren informatischen Bildung, die auch in informellen Bildungsprozessen erworben werden kann. Bei den Niveaus B1, B1+ und B2 handelt es sich um eine informatische Allgemeinbildung, die in der Regel im Informatikunterricht erworben wird.



Niveau A1 (Einstieg) stellt die niedrigste Ebene informatischer Kompetenzen dar. Auf diesem Niveau kann man informatische Phänomene im Alltag erkennen (z. B. QR-Codes, Programmablaufplan, Login-Formular), mit Anwendungsprogrammen einfache Aufgaben lösen (z. B. Texte eingeben, Kalkulationen erstellen, Nachrichten austauschen) und alltagsrelevante Regeln zum Umgang mit Daten beachten (z. B. Netiquette, achtsamer Umgang mit persönlichen Daten).

Niveau A2 (Grundlage) gehört zusammen mit Niveau A1 zur elementaren informatischen Bildung. Auf diesem Niveau kann man einfache Programme nachvollziehen und entwickeln, mit Anwendungsprogrammen einfache Aufgaben sachgerecht bearbeiten und Informatiksysteme zielgerichtet und verantwortungsvoll nutzen (z. B. Verzeichnisbaum, Netzwerk).

Die vertiefte informatische Allgemeinbildung besteht aus drei Niveaus. Auf Niveau B1 (Standard) kann man einfache informatische Modelle bilden und als Programm implementieren, mit Anwendungsprogrammen strukturierte Lösungen erstellen und große Datenmengen bearbeiten, Daten verschlüsseln, digitale Plattformen nutzen, sich schützen und Auswirkungen des Einsatzes von Informatiksystemen reflektieren.

Auf Niveau B1+ (Erweiterung) kann man Modelle bewerten, Programme modular aufbauen und systematisch testen, mit Anwendungsprogrammen vernetzte Lösungen entwickeln, Dienste und Protokolle des Internet erklären und anwenden sowie rechtliche Aspekte bei der Internetnutzung reflektieren.

Auf Niveau B2 (Vertiefung) kann man Probleme mit Objektorientierung, Rekursion und höheren Datenstrukturen lösen, automatisierte Verfahren in Anwendungsprogrammen verwenden und Informatiksysteme in Projekten einsetzen, ihre Schichtenstruktur erklären, sowie Chancen und Risiken ihres Einsatzes reflektieren.

Die im Referenzrahmen in fünf Niveaus ausgewiesenen Kompetenzen sind nach den folgenden drei informatischen Grundkonzepten strukturiert:

- Automatisierung
- Digitalisierung
- Informatiksysteme.

Die grundlegende Idee der *Automatisierung* besteht darin, einen Automaten zu realisieren, der einen Prozess vollkommen selbsttätig abarbeitet. Das wird durch ein Programm erreicht, das den Automaten steuert. Gemäß dem Programm liest der Automat schrittweise die Eingabe ein, verarbeitet sie und gibt das Ergebnis aus. Für die Entwicklung eines Programms muss die Problemstellung analysiert und mit Daten und Algorithmen modelliert werden. Die Implementierung setzt das Modell in ein Programm um, das getestet und gegebenenfalls überarbeitet und bewertet werden muss.

Durch die Automatisierung werden Arbeitsabläufe vollständig von Automaten übernommen oder so vereinfacht, dass Menschen bei der Arbeit deutlich unterstützt werden. Manche Unternehmen nutzen die Automatisierung zur Rationalisierung, wodurch Arbeitsplätze wegfallen, viele nutzen sie jedoch, um Mitarbeiter für andere Aufgaben einzusetzen oder zu entlasten. Es ist davon auszugehen, dass zunehmend Aufgaben und Produktionsabläufe automatisiert werden. Zugleich entstehen jedoch neue Tätigkeitsfelder, für die informatisch qualifiziertes Personal benötigt wird.

Der Begriff *Digitalisierung* bezeichnet im ursprünglichen Sinn das Umwandeln von analogen Werten in digitale Werte. Diese Umwandlung ist notwendig, weil ein Informatiksystem nur digitale Daten einlesen und verarbeiten kann. Durch Einsatz von Codierungsverfahren lassen sich alle möglichen analogen Daten wie z. B. Text-, Bild-, Ton- und Videomaterial digitalisieren. Diese digitalen Inhalte können dann mit Programmen bearbeitet werden. Analoge Daten werden mit spezifischen Techniken und Geräten bearbeitet. Im Gegensatz dazu lassen sich digitale Daten auf einem einzigen Gerät, dem Computer, verarbeiten.

In der aktuellen gesellschaftlichen Diskussion bezeichnet Digitalisierung die tiefgreifende Veränderung von Wirtschaft und Gesellschaft durch digitale Technologien. Treiber der Entwicklung sind die Vernetzung der Menschen und Geräte über das Internet, weswegen der Ausbau digitaler Infrastrukturen eine enorme Bedeutung hat. Die Digitalisierung führt dazu, dass sich unsere Arbeitswelt verändert und viel flexibler, individueller und ortsunabhängiger gearbeitet wird. Die Allgegenwart sozialer Netzwerke und digitaler Kommunikationsmittel hat enormen Einfluss auf gesellschaftliche Entwicklungen und individuelle Entscheidungen, so dass neben Datenschutz und Datensicherheit auch digitale Mündigkeit und digitale Teilhabe für jeden Einzelnen erforderlich sind.

Ein *Informatiksystem* ist eine spezifische Zusammenstellung von Hardware-, Software- und Netzwerkkomponenten zur Lösung eines Anwendungsproblems. Die Hardware materialisiert das Konzept des Automaten, der durch Software in Form von Programmen gesteuert wird. Netzwerkkomponenten ermöglichen darüber hinaus die Kommunikation über das Internet.

Wegen der fortschreitenden Miniaturisierung hat man heute höchst leistungsfähige Informatiksysteme als persönliche und mobile Begleiter. Die Vernetzung über digitale Infrastrukturen ermöglicht zeit- und ortsunabhängige Kommunikation, Informationssuche im Internet und Mediennutzung. In Firmen und Behörden sind Informatiksysteme Grundlage der digitalisierten Geschäftsprozesse. Informatiksysteme verändern so radikal unsere Lebens- und Arbeitswelt.

Diese Charakterisierung macht deutlich, dass es sich bei Automatisierung, Digitalisierung und Informatiksystem um drei Grundkonzepte der Informatik handelt, die sich für die Strukturierung der Kompetenzen im Referenzrahmen eignen. Alle drei Grundkonzepte sind durch acht Teilkonzepte untersetzt, die für die jeweiligen Grundkonzepte charakteristisch sind. Zu jedem Teilkonzept werden entsprechende Kompetenzen auf den fünf Niveaus A1 bis B2 angegeben, welche den Kern des Referenzrahmens darstellen.

Automatisierung	A1	A2	B1	B1+	B2
Modellierung	kann Eigenschaften von Objekten der realen Welt in Form von Daten erfassen.	kann einen Ausschnitt der Realität als Datenmodell modellieren.	kann durch Abstraktion zu einem Ausschnitt der Realität ein zweckmäßiges Modell entwerfen.	kann ein Problem in Teilprobleme zerlegen.	kann den objektorientierten Ansatz verwenden, indem Klassen mit ihren Attributen, Methoden und Beziehungen analysiert und modelliert werden.
Algorithmen	kann eine graphische Darstellung eines einfachen Algorithmus nachvollziehen.	kann mit den algorithmischen Grundbausteinen einen einfachen Algorithmus erstellen.	kann zur Lösung eines Problems einen Algorithmus entwickeln.	kann den Algorithmusbegriff anhand von Eigenschaften charakterisieren und Handlungsvorschriften daraufhin untersuchen.	kann Algorithmen hinsichtlich verschiedener Eigenschaften bewerten, etwa Zeit- und Platzbedarf und Lesbarkeit.
Implementierung	kann aus vorgegebenen Bausteinen ein einfaches Programm zusammenstellen.	kann Hintereinanderausführungen, Fallunterscheidungen und Wiederholungen in einem einfachen Programm nutzen.	kann einen gegebenen Algorithmus als Programm implementieren.	kann ein modular aufgebautes Programm implementieren.	kann Rekursion und höhere Datenstrukturen (z. B. Liste, Baum, Graph) zur Problemlösung einsetzen.
Dokumentation	kann die Funktionsweise eines selbst geschriebenen Programms in eigenen Worten beschreiben.	kann Programmabschnitte angemessen kommentieren.	kann Programme dokumentieren, um sie leichter verfolgen und testen zu können.	kann das Ein-/Ausgabeverhalten von Prozeduren/ Funktionen adressatengerecht beschreiben.	kann ein Softwareprojekt nach gängigen Standards dokumentieren und geeignet lizenzieren.
Test	kann bei einem einfachen Programm in verschiedenen Situationen feststellen, ob es das tut, was es soll.	kann in Programmteilen Ursachen von Fehlern identifizieren.	kann ein Programm testen, erwartete mit tatsächlichen Ergebnissen vergleichen und das Programm überarbeiten.	kann die Funktionalität eines Programms durch Testen von Programmteilen prüfen.	kann systematisch Testfälle konstruieren und im Programmablauf verfolgen.
Fehleranalyse	kann einfache Hard- und Softwareprobleme beschreiben.	kann Fehler von Informationssystemen erkennen, wiedergeben und untersuchen.	kann Fehlermeldungen einer Entwicklungsumgebung treffend deuten.	kann Fehlermeldungen bei der Arbeit mit Informationssystemen interpretieren und produktiv nutzen.	kann syntaktische und semantische Fehler unterscheiden und eine gegebene Sprachdefinition zur Fehleranalyse verwenden.
Automaten	kann Zustände eines Automaten unterscheiden und einzelne Übergänge durch Eingaben durchführen.	kann die Abarbeitung einer Eingabesequenz durch einen Automaten durchführen.	kann die Arbeitsweise eines Automaten anhand seines Zustandsdiagramms erklären und einen endlichen Automaten entwerfen.	kann die prinzipiellen Grenzen von Automaten erläutern.	kann mit Turing- oder Registermaschinen Funktionen berechnen und Beispiele für prinzipiell nicht berechenbare Probleme erläutern.
formale Sprachen	kann Zeichen in einem Wort dem passenden Alphabet zuordnen (Buchstaben, Ziffern, Sonderzeichen).	kann vorgegebene Syntax in Alltagsbeispielen korrekt verwenden (z. B. E-Mail-Adressen, Internetadressen, ...).	kann mit Beschreibungs-, Abfrage- und Programmiersprachen Problemlösungen angeben.	kann mit syntaktischen Beschreibungen von Sprachelementen umgehen und deren Semantik erschließen.	kann Grammatiken zur Analyse, Beschreibung und Entwicklung formaler Sprachen verwenden.

Digitalisierung	A1	A2	B1	B1+	B2
Codierung	kann Beispiele für Codierungen im Alltag nennen.	kann Bitfolgen als Zeichen oder Zahlen interpretieren und umgekehrt.	kann Texte oder Bilder nach einer vorgegebenen Codierungsvorschrift in eine Bitfolge überführen und umgekehrt.	kann das Datenvolumen eines Dokuments abschätzen.	kann die verlustfreie, verlustbehaftete und fehlererkennende Codierung unterscheiden.
Datentypen	kann Daten passend mit Zahlen oder Texten erfassen und darstellen.	kann die gleichen Daten zweckbezogen mit unterschiedlicher Formatierung darstellen	kann einfache Datentypen problemadäquat auswählen und verwenden.	kann strukturierte Datentypen problemadäquat auswählen und verwenden.	kann abstrakte Datentypen problemadäquat auswählen, verwenden und definieren.
Textverarbeitung	kann Texte in einer Textverarbeitung eingeben, bearbeiten und Formatierungen von Zeichen durchführen.	kann längere Textdokumente mit Hilfe von Formatierungen strukturieren.	kann ein Textdokument unter Einsatz von Formatvorlagen strukturieren.	kann ein Textdokument unter Einsatz einer Beschreibungssprache strukturieren.	kann Automatisierungstechniken in der Textverarbeitung einsetzen.
Tabellenkalkulation	kann in einer Tabellenkalkulation Eingaben vornehmen und Ergebnisse entnehmen.	kann eine Kalkulation unter Verwendung von Bezügen erstellen und passend formatieren.	kann ein strukturiertes Kalkulationsblatt unter Verwendung von absoluten und relativen Bezügen erstellen.	kann komplexe Kalkulationen erstellen, z. B. mit Bereichsbezügen, komplexen Funktionen oder über mehrere Blätter.	kann Automatisierungstechniken in der Tabellenkalkulation einsetzen.
Datenmodellierung	kann Attribute und Attributwerte identifizieren.	kann Datensätze in tabellarischer Form darstellen.	kann ein Tabellenschema erstellen und Datensätze eingeben, ändern und speichern.	kann ein redundanzfreies Datenmodell erstellen, als Datenbank umsetzen und Datensätze mit einer Datenbanksprache einfügen und ändern.	kann vorhandene Datenmodelle analysieren, bewerten und gegebenenfalls nach standardisierten Verfahren optimieren.
Recherche	kann elementare Suchanfragen im Internet, im Dateisystem, in Dokumenten stellen.	kann Strategien nutzen, um das Suchergebnis zu optimieren (z. B. Operatoren, Filtern nach Attributen, Sortieren der Treffer).	kann mit Hilfe von Suchoperatoren aus einer Datenbank Informationen entnehmen.	kann mit einer Datenbanksprache aus Datenbanken mit mehreren Tabellen Informationen entnehmen.	kann mit einer Datenbanksprache aus Datenbanken Informationen entnehmen, automatisiert weiterverarbeiten und zurückschreiben.
personenbezogene Daten	kann alltagsrelevante Regeln zum Umgang mit personenbezogenen Daten nennen.	kann Prozesse erkennen, die personenbezogene Daten erzeugen.	kann Nutzungs- und Missbrauchsmöglichkeiten personenbezogener Daten sowie deren Auswirkungen beschreiben und daraus Schlussfolgerungen für das eigene Handeln ableiten.	kann historische und gegenwärtige Beispiele von Datenmissbrauch nennen und nach Prinzipien des Datenschutzrechts bewerten.	kann Grundprinzipien des Datenschutzrechts bei Einzelfällen diskutieren.
gesellschaftlicher Kontext	kann Umgangsformen bei digitaler Kommunikation nennen.	kann in gegebenen Szenarien abwägen Informationen öffentlich oder privat verfügbar zu machen.	kann Informationssysteme verantwortungsvoll nutzen und Eigentumsrechte an digitalen Werken sowie Persönlichkeitsrechte erläutern.	kann wesentliche Aspekte des Urheberrechts anhand von Anwendungsfällen diskutieren.	kann den Einfluss der Digitalisierung auf gesellschaftliche Entwicklungen reflektieren.

Informationssysteme	A1	A2	B1	B1+	B2
Anwendung	kann Informationssysteme mit einfacher Benutzungsschnittstelle verwenden.	kann Informationssysteme zielgerichtet auswählen und nutzen.	kann Informationssysteme verwenden, um digitale Inhalte zu erzeugen, zu ordnen, aufzubewahren, zu bearbeiten und abzurufen.	kann Informationssysteme einrichten und konfigurieren.	kann ein Informationssystem um Komponenten erweitern.
Aufbau	kann Informationssysteme aus der Lebenswelt identifizieren und deren Funktion benennen.	kann Bestandteile eines Informationssystems der Eingabe, Ausgabe, Verarbeitung zuordnen und das EVA-Prinzip anwenden.	kann anhand eines Rechnermodells das Zusammenwirken von Hardware, Software und Netzwerkkomponenten erläutern	kann zu einer Problemstellung ein Informationssystem entwerfen und realisieren.	kann Architektur und Abstraktionsebenen von Informationssystemen erklären.
Dateiverwaltung	kann Dokumente neu anlegen und vorhandene öffnen.	kann sich in einem Verzeichnisbaum orientieren und dort navigieren.	kann mit Dateien lokal, in einem lokalen Netz oder in einer Cloud arbeiten und einen Speicherort begründet auswählen.	kann einen Ordner in einem Netz oder einer Cloud für eine Benutzergruppe einrichten und konfigurieren.	kann Dienste zur Dateiverwaltung hinsichtlich Sicherheit, Datenschutz und Dienstangebot beurteilen.
Kommunikation und Kooperation	kann ein Informationssystem nutzen, um multimediale Inhalte mit anderen auszutauschen.	kann mit Hilfe eines Informationssystems kommunizieren und Dateien austauschen.	kann digitale Plattformen zur gemeinsamen Bearbeitung von Dokumenten verwenden.	kann Informationssysteme zur Kooperation in Projekten einsetzen.	kann unter Einsatz von Versionskontrolle und Zugriffsrechten kooperativ und arbeitsteilig an digitalen Inhalten über ein Netz arbeiten.
Vernetzung	kann die Funktion eines Servers beschreiben.	kann den Aufbau eines Netzwerks beschreiben und für Szenarien Protokolle entwerfen.	kann das Client-Server-Prinzip und die Struktur des Internets erläutern sowie einfache Netzwerke entwerfen.	kann Dienste und Protokolle des Internets erklären und anwenden.	kann die Schichtenstruktur der Netzwerkkommunikation untersuchen und erklären.
Sicherheit	kann sichere Passwörter erzeugen und benutzen.	kann Verlust und unberechtigter Weitergabe von Daten vorbeugen.	kann mit symmetrischen Kryptoverfahren verschlüsseln und Backups durchführen.	kann Unterschiede zwischen symmetrischen und asymmetrischen Kryptoverfahren erläutern.	kann Verfahren zur Sicherung von Vertraulichkeit, Authentizität und Integrität verwenden und bewerten.
Internetnutzung	kann Risiken bei der Internetnutzung benennen und grundlegende Sicherheitsmaßnahmen befolgen.	kann den Wert der persönlichen Daten einschätzen und mit ihnen verantwortungsvoll umgehen.	kann die Glaubwürdigkeit von Webseiten einschätzen und seine Profile in Netzwerken schützen.	kann Risiken bei der Internetnutzung einschätzen und sich vor Gefahren schützen.	kann die Kommunikation und die Datenhaltung in vernetzten Systemen analysieren und diese bezüglich Datensicherheit bewerten.
soziotechnischer Kontext	kann beschreiben, wie Menschen vor und nach der Einführung eines Informationssystems leben und arbeiten.	kann Auswirkungen bei der Einführung eines Informationssystems diskutieren.	kann Chancen und Risiken von Informationssystemen hinsichtlich ethischer, rechtlicher, ökologischer und historischer Aspekte erläutern.	kann wesentliche historische Entwicklungen der Informatik und deren Wirkungen auf die Gesellschaft erläutern.	kann Chancen und Risiken von Informationssystemen unter gesellschaftlichen Aspekten reflektieren und bewerten.

Literatur und Internetquellen

Computer Science Teachers Association (2017). CSTA K-12 Computer Science Standards, Revised 2017.
https://portal.ct.gov/-/media/SDE/Computer-Science/CS_Standards_Progressions.pdf?la=en

Europäische Kommission: Schlüsselkompetenzen für lebensbegleitendes Lernen – Ein europäischer Referenzrahmen. Luxemburg, Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, 2007
<http://www.kompetenzrahmen.de/files/europaeishekommission2007de.pdf>

Europarat: Gemeinsamer europäischer Referenzrahmen für Sprachen: lernen, lehren, beurteilen. Straßburg, 2001.
<http://www.goethe.de/z/50/commeuro/deindex.htm>

GI – Gesellschaft für Informatik (Hrsg.): Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule – Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I. Erarbeitet vom Arbeitskreis Bildungsstandards unter Federführung von Hermann Puhmann - Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. vom 24.01.2008. In: LOG IN, 28. Jg. (2008), Nr. 150/151, Beilage.
<https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/2338>

GI – Gesellschaft für Informatik (Hrsg.): Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II. Erarbeitet vom Arbeitskreis Bildungsstandards SII unter Koordination von Gerhard Röhner - Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. vom 29.01.2016. In: LOG IN, 36. Jg. (2016), Nr. 183/184, Beilage.
<https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/2333>

GI – Gesellschaft für Informatik, Leitungsgremium des Fachbereichs „Informatik und Ausbildung/Didaktik der Informatik“ (Hrsg.): Stellungnahme zum KMK-Strategiepapier „Bildung in der digitalen Welt“. Prof. Dr. Torsten Brinda, Didaktik der Informatik, Universität Duisburg-Essen, Sprecher des Fachbereichs „Informatik und Ausbildung/Didaktik der Informatik“ der Gesellschaft für Informatik e.V.
<https://fb-iad.gi.de/fileadmin/FB/IAD/Dokumente/gi-fbiad-stellungnahme-kmk-strategie-digitale-bildung.pdf>

KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2018 – Stand: 09.11.2017. [Um Weiterbildung ergänztes Dokument der KMK] Berlin; Bonn: Sekretariat der KMK, 9. Nov. 2017.
https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2017/Digitalstrategie_KMK_Weiterbildung.pdf

MNU – Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts (Hrsg.): Gemeinsamer Referenzrahmen für Naturwissenschaften (GeRRN), 3. überarbeitete Auflage 2019, Verlag Klaus Seeberger
https://www.mnu.de/images/publikationen/GeRRN/MNU_GeRRN_3.pdf

Alle Internetquellen wurden zuletzt am 6. Februar 2020 geprüft.

Mitwirkende

An der Entwicklung des vorliegenden Dokuments sind sehr viele Lehrkräfte und Hochschullehrende beteiligt gewesen. Sie haben Arbeitsfassungen kritisch geprüft und Anregungen gegeben. Durch ihre namentliche Nennung soll allen für ihre aktive Beteiligung gedankt werden.

Peter Brichzin (Ottobrunn), Jens Gallenbacher (Darmstadt), Lutz Hellmig (Rostock), Ludger Humbert (Wuppertal), Peter Micheuz (Klagenfurt), Alexander Mittag (Stuttgart), Thomas Rau (München), Klaus Reinhold (München), Matthias Wendlandt (Gießen).

Im Arbeitskreis Gemeinsamer Referenzrahmen Informatik haben folgende Autoren mitgewirkt:

Gerhard Röhner (Dieburg), Torsten Brinda (Essen), Martin Fricke (Wuppertal), Marius Gevers (Hannover), Alexander Hug (Koblenz), Hermann Puhmann (Nürnberg), Daniel Losch (geb. Siebrecht, Wuppertal).

Der Arbeitskreis wurde von Gerhard Röhner geleitet.