

Thomas Schmalfeldt

# Das ICE–Modell für die Ausbildung von Lehrpersonen

Konzeption und konkrete Umsetzung

## Abstract

Das im Beitrag vorgestellte ICE-Modell bietet durch die Fokussierung auf fünf Elemente der Relation zwischen Individuen und Computersystemen eine Strukturierung des Fachwissens in der Informatik und hilft, zusätzliche Synergien mit medienpädagogischen Ausbildungsinhalten zu nutzen. Dadurch können die knappen Zeitressourcen, welche in der Ausbildung der Informatiklehrpersonen für die Grundschule und Sekundarstufe I zur Verfügung stehen, optimiert werden. Für die berufliche Weiterbildung der Lehrpersonen stellt das ICE-Modell eine Stütze dar, die es erleichtert, Veränderungen rund um die Informatik wahrzunehmen und für den eigenen Informatikunterricht zu adaptieren.

## Keywords

Ausbildung Informatiklehrpersonen, Didaktik der Informatik, Mensch-Maschine-Interaktion, Schulfach «Medien und Informatik»

## Bibliografie

Schmalfeldt, Thomas. 2020. *Das ICE-Modell für die Ausbildung von Informatiklehrpersonen: Konzeption und konkrete Umsetzung*. Zürich: Pädagogische Hochschule Zürich. [doi:10.5281/zenodo.3706678](https://doi.org/10.5281/zenodo.3706678)

## Inhalt

1. Einleitung
2. Das ICE–Modell
  - 2.1 Schnittstelle Individuum–Computersystem
  - 2.2 Schnittstelle Computersystem–Individuum
  - 2.3 Vernetzte Computersysteme
  - 2.4 Vernetzte Individuen
  - 2.5 Interaktionen via Computersysteme
3. Exemplarische Anwendung des ICE–Modells
  - 3.1 Schnittstelle Individuum–Computersystem
  - 3.2 Schnittstelle Computersystem–Individuum
4. Das ICE–Modell in der Hochschulausbildung
5. Fazit und Ausblick
6. Literaturverzeichnis



[DOI:10.5281/zenodo.3706678](https://doi.org/10.5281/zenodo.3706678)

2020

Pädagogische Hochschule Zürich  
Lagerstrasse 2  
CH 8090 Zürich  
[www.phzh.ch](http://www.phzh.ch)

---

# Das ICE-Modell für die Ausbildung von Informatiklehrpersonen

## Konzeption und konkrete Umsetzung

Thomas Schmalfeldt

**Abstract:** Das im Beitrag vorgestellte ICE-Modell bietet durch die Fokussierung auf fünf Elemente der Relation zwischen Individuen und Computersystemen eine Strukturierung des Fachwissens in der Informatik und hilft, zusätzliche Synergien mit medienpädagogischen Ausbildungsinhalten zu nutzen. Dadurch können die knappen Zeitressourcen, welche in der Ausbildung der Informatiklehrpersonen für die Grundschule und Sekundarstufe I zur Verfügung stehen, optimiert werden. Für die berufliche Weiterbildung der Lehrpersonen stellt das ICE-Modell eine Stütze dar, die es erleichtert, Veränderungen rund um die Informatik wahrzunehmen und für den eigenen Informatikunterricht zu adaptieren.

**Keywords:** Ausbildung Informatiklehrpersonen, Didaktik der Informatik, Mensch-Maschine-Interaktion, Schulfach «Medien und Informatik»

## 1 Einleitung

«Als zukünftige Informatik-Lehrperson erwarte ich, dass ich in der Ausbildung das notwendige Rüstzeug für den Berufseinstieg vermittelt bekomme»; so eine Lehramtsstudentin zu Beginn ihres Studiums. Diesem Bedürfnis kommen wir als Hochschule nach, indem wir die aktuellen fachwissenschaftlichen wie auch didaktischen Konzepte vermitteln. Im Bereich der Informatik sind dies abstrakte Grundlagen, wie zum Beispiel theoretische Informatik, Algorithmen und Datenstrukturen. Zusätzlich wird in den fachwissenschaftlichen Informatikmodulen thematisiert, wie die oben genannten Grundlagen in Programmiersprachen umgesetzt werden. Doch in der Informatik finden technologische und gesellschaftsrelevante Veränderungen schnell statt. Während die Reaktion auf diese Entwicklungen in der Wirtschaft aufoktroziert wird, ist dieser Adaptionsdruck im Schulfeld nicht zwingend gegeben. Gerade in der Grundschule und auf der Sekundarstufe I besteht die Gefahr, dass der Unterricht nicht adäquat auf die fachlichen Veränderungen angepasst wird, da die Lehrpersonen neben der Informatik noch andere Fächer unterrichten und so die persönlichen Ressourcen auch in der Weiterbildung entsprechend aufteilen müssen.

In der deutschsprachigen Schweiz wurde die Informatik, anders als in vielen Ländern Deutschlands, 2018 in die Lehrpläne aufgenommen (Lehrplan 21<sup>1</sup>). Die Informatik erscheint seither im Fächerverbund gemeinsam mit der Medienbildung («Medien und

---

<sup>1</sup> siehe [www.lehrplan.ch](http://www.lehrplan.ch)

Informatik«), wie dies auch in der Dagstuhl-Erklärung angedacht ist [GI16]. Neben den positiven Effekten der Vernetzung erschwert diese jedoch den fachlichen Überblick innerhalb der Informatik.

Vorliegender Beitrag präsentiert ein Modell, welches eine Struktur vorgibt, die sich sowohl für die Ausbildung, wie auch für die persönliche Weiterbildung von Informatiklehrpersonen eignet. Inhalte aus dem Bereich der Informatik werden in diesem Modell jeweils einem Element zugeordnet. So kann zum Beispiel anhand des Elements «Schnittstelle Individuum-Computersystem» beschrieben werden, welche Möglichkeiten es gibt, dass Daten in das Computersystem gelangen. Nach dem Abschluss des Studiums muss sich die Lehrperson, dank der Arbeit mit dem in diesem Beitrag vorgestellten Modell, nicht mehr die allgemeine Frage stellen: «Was hat sich im Bereich der Informatik verändert?». Das Modell erlaubt jetzt eine Fokussierung auf die einzelnen Elemente. Nun kann die Informatiklehrperson mit Fragen weiterdenken wie: «Welche neuen Möglichkeiten gibt es, dass Daten in den Computer gelangen? Bei welchen Möglichkeiten merke ich als Benutzerin etwas davon, bei welchen nicht? Welche Technologie steckt dahinter?».

Neben dem bereits erwähnten Einsatz im Bereich der Informatik lässt sich das Modell auch in der Medienbildung und den jeweiligen Didaktiken der Informatik und der Medienbildung anwenden. Dabei wird die Medienbildung als Umsetzung der medienpädagogischen Kernanliegen im pädagogischen und bildungspolitischen Kontext verstanden [Me08]. So lassen sich die obigen Fragen medienpädagogisch erweitern: «Welchen Auswirkungen hat es für mich, wenn ich nicht mehr die Kontrolle darüber habe, welche Daten der Computer von mir erhält?» Aus didaktischer Perspektive ergeben sich daraus die Fragen, wie die Schülerinnen und Schüler für das Phänomen des unbewussten Datensammelns sensibilisiert werden können (Medienbildung) und wie sich die Technik dahinter (Informatik) didaktisch reduzieren und vermitteln lässt.

Neben der allgemeinen Beschreibung der fünf Elemente des Modells erläutert vorliegender Beitrag diese anhand konkreter Beispiele. Dabei liegt der Fokus klar auf der fachwissenschaftlichen Informatik, Bezüge zur Medienbildung und der Didaktik werden gelegentlich angedeutet. Anschliessend wird ein auf dem Modell basierendes Ausbildungskonzept der Informatik für die Sekundarstufe I an einer pädagogischen Hochschule skizziert. In der abschliessenden Diskussion wird kritisch hinterfragt, inwiefern das vorgestellte Modell im Kontext der Verbindung von Informatik und Medienbildung zu einer Stärkung oder Schwächung der Fachlichkeit innerhalb der Informatik führt.

## 2 Das ICE-Modell

Informatik und Medienbildung bearbeiten in abstrakter Sichtweise die Relation zwischen den Akteuren Individuen und Computersysteme. Diese Relationen bezeichnet unser Modell als Elemente: Aus diesem Grund wird das Modell Individuum-Computersysteme-Elemente-Modell (ICE-Modell) genannt.

Das ICE-Modell besteht aus fünf Elementen (siehe Abbildung 1):

- Schnittstelle Individuum-Computersystem
- Schnittstelle Computersystem - Individuum
- Vernetzte Computersysteme
- Vernetzte Individuen
- Interaktionen via Computersysteme

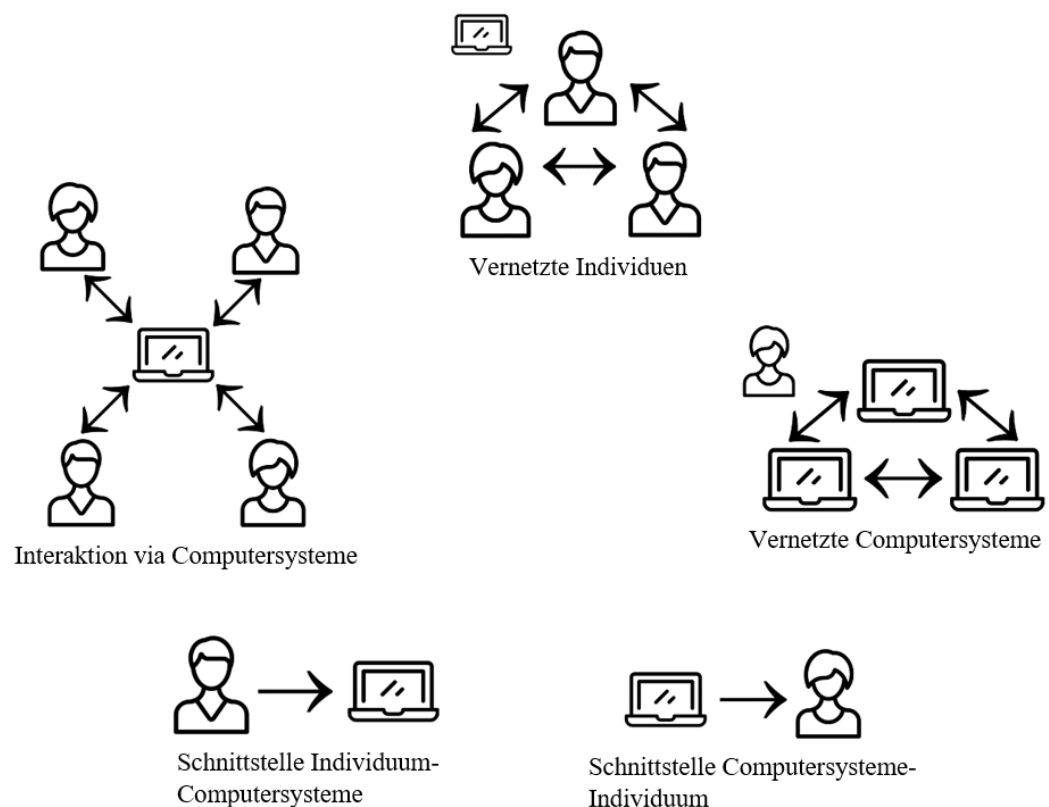
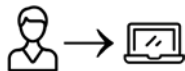


Abb. 1: Das ICE-Modell

Die einzelnen Elemente sind disjunkt. Bei der Beschreibung einer Situation lassen sie sich jedoch verknüpft beobachten: So wird etwa über einen Brustgurt das Signal eines Sensors an die Pulsuhr gesendet (Schnittstelle Individuum-Computersystem), welche die Daten verarbeitet und dann über ein Display den aktuellen Puls anzeigt (Schnittstelle Computersystem-Individuum). Obschon diese beiden Teilschritte offensichtlich erscheinen, hilft das Modell die Aussage «Die Uhr misst den Puls» analytischer zu betrachten und allenfalls Innovationen besser zu erkennen und zu beschreiben.

In den folgenden fünf Abschnitten werden die einzelnen Elemente vorgestellt und anhand von Beispielen plausibilisiert. In Zentrum stehen dabei die Formen der Interaktion zwischen Individuen und Computersystemen.

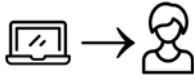
## 2.1 Schnittstelle Individuum-Computersystem



Die Nutzung eines Computersystems ist dann für die Individuen offensichtlich, wenn ein bewusstes Agieren betreffend der Eingabe-Benutzungsschnittstelle geschieht, das Computersystem physisch erkennbar ist: Wir tippen auf dem Bildschirm eines Smartphones, benutzen die Tastatur eines Laptops, schieben die Bankkarte in einen Geldautomaten und bestätigen unsere Zugriffsberechtigung mit einem Zahlencode. Diese Schnittstelle Individuum-Computersystem ist relevant: Denn anhand dieser entscheiden Benutzer, ob sie ein Computersystem als kompliziert oder einfach empfinden. Herzog und Koch beschreiben in Bezug auf die Mensch-Computer-Interaktion die «Grand Challenge» als darin bestehend, dass die Schnittstelle Individuum-Computer so gestaltet werden muss, dass Menschen unabhängig von Alter, körperlicher und geistiger Verfassung, Bildungsabschlüssen, kulturellen Hintergründen, gesellschaftlicher Funktion und ökonomischen Möglichkeiten gleichermassen von der Informationstechnologie profitieren können [HK15].

Im ICE-Modell interpretieren wir die Schnittstelle Individuum-Computersystem weiter als bei Herzog und Koch: Wir schliessen auch die unbewusste Dateneingabe mit ein. Beispielsweise gehören demnach auch Cookies, die das Benutzerverhalten dokumentieren und zur Weiterverarbeitung verwenden, in die Schnittstelle Individuum-Computersystem. Ein weiteres Beispiel für diese Schnittstelle ist das Sammeln von Bewegungsdaten bei Smartphones, die anschliessend für kommerzielle Zwecke ausgewertet werden. Die unbewusste Dateneingabe ist insofern brisant, als dass sie eine vertiefte Auseinandersetzung mit der Thematik voraussetzt und sich nicht aus der eigentlichen Nutzung erschliessen lässt.

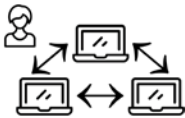
## 2.2 Schnittstelle Computersystem-Individuum



Betrachten wir nun die Gegenrichtung: Wie handelt das Computersystem zum Individuum? Im Verständnis der Mensch-Computer-Interaktion wird die Schnittstelle Computersystem-Individuum zusammen mit der zuvor behandelten Schnittstelle Individuum-Computersystem behandelt. Beim ICE-Modell werden die beiden Richtungen der Interaktion auseinandergehalten, um eine starke Fokussierung auf ein bestimmtes Phänomen zu richten. Beispiele für diese Schnittstelle sind Bildschirm, Audioausgabe oder taktile Rückmeldungen wie der Vibrationsalarm.

Ähnlich wie in 2.1 betrachten wir nachfolgend das Konzept der Schnittstelle Computersystem-Individuum erweitert. Damit fällt beispielsweise die personalisierte Werbung bei Internetseiten oder die dynamischen Preise bei Onlineshops basierend auf dem verwendeten Computer und dem Surfverhalten in dieses Element [HK06]. Aus dem Bereich der Medizinaltechnik gibt es Beispiele wie sensorgesteuerte Insulinpumpen für Diabetespatienten oder gedankengesteuerte Armprothesen [PD06].

## 2.3 Vernetzte Computersysteme



Anders als die zwei eben dargestellten Elemente fokussiert das Element der vernetzten Computersysteme nicht auf Personen, sondern ausschliesslich auf die Kommunikation zwischen Computern. Computersysteme können sich auf verschiedene Arten vernetzen. Im privaten Rahmen etwa werden Personal Area Netzwerke über Bluetooth verwendet, ohne dass sich der Nutzer oft selbst bewusst ist, dass die Bluetooth-Verbindung bereits schon ein Netzwerk darstellt.

Das vorliegende Element der vernetzten Computersysteme beinhaltet demnach diejenigen Aspekte eines Netzwerks, die ohne das momentane Eingreifen eines Individuums stattfinden. Es ist sozusagen das vegetative Nervensystem der Computersysteme untereinander. Dieses Verständnis von Netzwerken unterscheidet sich von Modrow und Streckers Verständnis [MS16]: Die beiden Autoren beziehen die Interaktion von Mensch und Computer als Teil der fundamentalen Idee der Vernetzung mit ein. Im ICE-Modell ist das Ausschiessen des Individuums ein Hauptcharakteristikum der vernetzten Computersysteme. Somit können auch Techniken behandelt werden, wie beispielsweise der Versuch, das unvorhergesehene Eindringen von Individuen in ein Computernetzwerk zu verhindern (Netzwerksicherheit, Firewall etc.).

## 2.4 Vernetzte Individuen

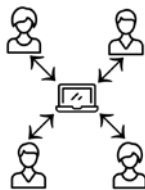


Während der Abschnitt 2.3 Computer analysiert, rückt das Element «Vernetzte Individuen» die Menschen ins Zentrum. Durch die Absenz von Computersystemen spielt dieses Element in der Informatik eine eher untergeordnete Rolle und kommt in dieser Form in anderen Informatik-Modellen nicht vor. Dennoch ist die Vernetzung der Individuen im Kontext des ICE-Modells ein zentrales Element. Dies zeigt sich unter anderem in der aktuellen öffentlichen Debatte, inwiefern die Omnipräsenz von Computern die Interaktion zwischen Menschen verändert hat.

Das Aufführen von vernetzten Individuen in einem Informatik-Modell hilft dabei, in einer dichotomen Debatte zu differenzieren. Obgleich diese Debatte, wie erwähnt, nicht Kern der fachwissenschaftlichen Informatik ist, sondern zu grossen Teilen in der Medienbildung verortet werden kann, gilt es hier kurz die Grenze zu markieren.

Die Vernetzung von Individuen ist die Urform von sozialen Netzwerken und der Interaktion zwischen Menschen. So erörtern etwa Gabriel und Röhrs [GR17] in ihrem Werk über Social Media einleitend ausführlich die sozialen Netzwerke ohne Computer, bevor sie vertieft auf die einflussnehmenden Medien – insbesondere Computer – eingehen. Das Element der vernetzten Individuen steht demnach in einem engen Zusammenhang mit dem folgenden Element des ICE-Modells, der Interaktion via Computersystemen.

## 2.5 Interaktionen via Computersysteme



Das fünfte Element des ICE-Modells behandelt die Interaktionen von Menschen via Computersysteme. Die öffentliche Debatte subsumiert diese unter dem Schlagwort Social Media [Wi14]. Aus zwei Gründen wird das Verständnis der Interaktion via Computersysteme in unserem Modell weiter gefasst: Zum einen ist der Begriff Social Media stark geprägt durch den Anwendungsgedanken ohne Bezug zur technischen Umsetzung. Zum andern gibt es auch noch weitere Arten der Interaktion via Computersysteme als der Begriff Social Media impliziert. Grundsätzlich kann nämlich

jede Internetseite zu diesem Element hinzugezogen werden. Grund dafür ist, dass eine Webseitenbetreiberin ein Computersystem dazu nutzt, um sich mit anderen Benutzern auszutauschen. Durch Kommentarfunktionen auf einer Website lässt sich zusätzlich die Interaktion zwischen Leserin und Autorin erweitern. Auch E-Mails gehören in das Element Interaktion via Computersysteme.

### **3 Exemplarische Anwendung des ICE-Modells**

Das folgende Beispiel eines einfachen Zeichenprogramms illustriert die Zuweisung der Elemente und deren Verknüpfung: Während der Cursor über dem Programmfenster ist, kann durch Drücken der Taste K das Zeichnen eines Kreises aktiviert werden. Mit einem ersten Mausklick wird der Mittelpunkt des Kreises bestimmt, mit dem zweiten Klick der Radius.

#### **3.1 Schnittstelle Individuum-Computersystem**

Zum Element «Schnittstelle Individuum-Computersystem» werden die hardwareseitige Komponente der Tastatureingabe und der Mausektivitäten zugewiesen. Alleine schon das Klicken der Maustaste ermöglicht das Aufzeigen essentieller Informatikkonzepte, welche von einem Endbenutzer nicht ansatzweise erahnt werden. Woran erkennt der Computer, dass über den USB-Anschluss eine Maus angeschlossen ist? Weshalb ist der Computer jederzeit bereit, das Klicken der Taste zu erkennen? Wie merkt der Computer, wo er den Cursor anzeigen soll? Mit diesen drei Fragen lässt sich das Potential weiterer Fragen erahnen.

Ebenfalls zur «Schnittstelle Individuum-Computer» zählen die softwareseitigen Komponenten, welche für die Verarbeitung der Hardwareeingabe notwendig sind. Dazu gehören Konzepte wie Event Listener und bedingten Anweisungen. Grundsätzlich gehören dazu alle Programmteile, welche die Funktion haben, die «Wünsche der Benutzerin zu erkennen». Anschliessend werden diese Informationen an jene Programmteile weitergegeben, welche die von der Benutzerin ausgelösten Aktionen verarbeiten und darstellen. Dies wird dann bereits der Schnittstelle Computersystem-Individuum zugeordnet.

#### **3.2 Schnittstelle Computersystem-Individuum**

Mit dem zweiten Mausklick sind alle notwendigen Informationen an das Computersystem übermittelt worden und es kann die Funktion, welche den Kreis auf dem Bildschirm darstellt, mit den entsprechenden Werten aufgerufen werden. An diesem Punkt stellen sich neue Fragen: «Wie wird ein Kreis auf den Bildschirm gezeichnet? Wie werden Farben auf dem Bildschirm dargestellt. Weshalb gibt es auf dem Bildschirm



statische Objekte wie den Kreis, gleichzeitig aber auch sich bewegende Objekte wie den Cursor (welcher auch zeitweise den Kreis überlagern kann)?»

Die obigen Ausführungen kratzen nur an der Oberfläche der Möglichkeiten, welche sich alleine durch das Zeichnen eines Kreises ergeben. Die vom Potential her möglichen Konzepte alle innerhalb dieses Beispiels in der Ausbildung aufzugreifen, wäre sowohl für die Dozierenden wie auch für die Studierenden eine Überforderung. Durch die Zuweisung an Elemente des ICE-Modells besteht die Möglichkeit, die jeweiligen Konzepte einzeln zu betrachten und auch zu verallgemeinern: Anstelle der Maus könnte es ein Touchscreen oder die GPS-Daten eines Navigationssystems sein. Alternativ zum Bildschirm könnte die Steuerung eines Lasercutters betrachtet werden.

Ein weiterer potentieller Kritikpunkt liegt in der Zuweisung von Inhalten zu den Elementen. Vor allem im Bereich der Software ist es nicht immer offensichtlich, welche Programmteile der Dateneingabe und welche der Datenausgabe zuzuschreiben sind. In der Ausarbeitung von Beispielen hat sich aber gezeigt, dass durch die Einordnung von Elementen in das ICE-Modell auch Diskussionen entstehen können, welche zur vertieften Analyse und somit zu einem besseren Verständnis einer Problemstellung führen.

## **4 Das ICE-Modell in der Hochschulausbildung**

Unsere Hochschule bildet zukünftige Informatiklehrpersonen für die Sekundarstufe I aus. Es stehen für das kombinierte Studienfach «Medien und Informatik» 15 ECTS-Punkte zur Verfügung, worauf 7.5 ECTS-Punkte auf die Informatik fallen. Dies entspricht einem Workload (inklusive Heimarbeit und Prüfungsvorbereitung) von total 225 Stunden. Dies beinhaltet sowohl die Fachwissenschaften wie auch deren Didaktiken. Aufgrund der knappen Ressourcen war es unser Bestreben, die durch die Fächerkombination Informatik und Medienbildung gegebenen Gemeinsamkeiten auszunutzen. Dies schafft neue Freiräume in den beiden Fachwissenschaften Informatik und Medienbildung, da Verdoppelungen reduziert und Synergien genutzt werden. Das Resultat des Entwicklungsprozesses ist das hier beschriebene ICE-Modell, durch welches die gemeinsamen Aspekte aufgezeigt, die Unterschiede aber auch abgegrenzt werden können.

Das ICE-Modell ist mit seinen einzelnen Elementen Referenzpunkt für sämtliche Inhalte unserer Informatikmodule. Diese Zuweisungen sind einerseits für die Dozierenden wertvoll bei der Entwicklung des Curriculums, da mit der Setzung der Zeitgefässe für die einzelnen Elemente eine Gewichtung der knappen Zeitressourcen vonstattengeht. Andererseits verschaffen die Zuweisungen der Elemente des ICE-Modells zu den einzelnen Veranstaltungen innerhalb des Moduls im Semesterverlauf den Studierenden eine klar strukturierte Orientierungshilfe über die vermittelten Inhalte. Durch die knappe Ausbildungszeit in den Fachwissenschaften der Informatik werden die Inhalte kompakt

vermittelt, was zu teils abrupten Themenwechseln zwischen den verschiedenen Präsenzveranstaltungen führt. Hinzu kommt, dass die Studierenden durch die unvermeidlich fehlende Tiefe des Wissensaufbaus nicht immer selbst in der Lage sind, die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Themenblöcken zu erkennen. Diese Zusammenhänge können mit dem ICE-Modell benannt und aufgezeigt werden.

## **5 Fazit und Ausblick**

Das vorgestellte ICE-Modell hilft, das oft knapp gestaltete Ausbildungsgefäß für die Informatik an pädagogischen Hochschulen zu strukturieren und somit auch zu optimieren. Es bietet ein Gerüst, anhand dessen sich die beiden konzeptionell unterschiedlichen Fächer Informatik und Medienbildung orientieren und gemeinsame Aspekte von beiden Seiten beleuchtet werden können.

Während sich das ICE-Modell in der Hochschulausbildung in der Informatik konzeptuell bewährt hat, steht die Umsetzung mit Jugendlichen auf der Sekundarstufe I (13 bis 16 Jahre) noch bevor. Erste Skizzen hierfür wurden entwickelt und waren erfolgsversprechend. Die Umsetzung im Schulfeld startet mit einem Testlauf im Sommer 2018.

Eine naheliegende Kritik am ICE-Modell ist, dass durch die breite Auslegung und die Verbindung mit der Medienbildung die Fachwissenschaften der Informatik zu kurz kommen. Diesem Vorbehalt kann insofern begegnet werden, als dass die Verbindung der Informatik mit der Medienbildung keine Notwendigkeit ist. Das ICE-Modell bietet die Chance, eine Thematik von zwei Seiten zu betrachten und dabei Synergien zu erkennen und entsprechend zu nutzen. Ebenso ermöglicht das Modell klare Abgrenzungen zwischen den beiden Fächern.

Ein zentrales Ziel der Entwicklung des ICE-Modells ist die Zukunftsfähigkeit: Das Modell soll langfristig gültig sein, sodass Innovationen im Bereich der Informatik darin abgebildet werden können. Inwiefern das ICE-Modell die Lehrpersonen befähigt, aber auch motiviert die technischen Umwälzungen in den eigenen Unterricht einzubringen, wird nun zu beobachten sein. Beispielsweise könnten sich Weiterbildungskurse am Modell orientieren und dementsprechend die Angebote ausweisen.

Die Offenheit für hochschuldidaktische Methodik war eine Prämisse bei der Entwicklung des ICE-Modells. In der Folge gilt es zu evaluieren, inwiefern das ICE-Modell an anderen Hochschulen anwendbar ist und für weitere Studienformate nutzbar gemacht werden kann.

## 6 Literaturverzeichnis

- [Br16] Brinda, T.; Diethelm, I.; Gemulla, R.; Romeike, R.; Schöning, J.; Schulte, C. et al.: «Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt». <https://www.gi.de/aktuelles/meldungen/detailansicht/article/dagstuhl-erklaerung-bildung-in-der-digitalen-vernetzten-welt.html>, 2016.
- [HK06] Hwang, S.B.; Kim S.: Dynamic Pricing Algorithm for E-Commerce. In: (Sobh T., Elleithy K. Hrsg.): Advances in Systems, Computing Sciences and Software Engineering. Springer, 2006. [https://doi.org/10.1007/1-4020-5263-4\\_24](https://doi.org/10.1007/1-4020-5263-4_24)
- [GR17] Gabriel, R.; Röhrs, H.-P.: Social Media – Potenziale, Trend, Chancen und Risiken, Springer Gabler, 2017. doi:10.1007/978-3-662-53991-0.
- [HK15] Herzceg, M.; Koch, M.: Allgegenwärtige Mensch-Computer-Interaktion. In Informatik-Spektrum 38, Springer, 2015, 290-295. doi:10.1007/s00287-015-0901-1.
- [Me08] Merz-Abt, Th.: Medienbildung in der Volksschule: Grundlagen und konkrete Umsetzung. Verlag Pestalozzianum, 2008.
- [MS16] Modrow, E.; Strecker, K.: Didaktik der Informatik. De Gruyter, 2016. doi:10.1515/9783486720112.
- [PD06] Pylatiuk, C.; Döderlein, L.: Bionische Armprothesen. Orthopäde 35: 1169, 2006. <https://doi.org/10.1007/s00132-006-1002-2>
- [Wi14] Wyrwoll, C.: Social Media: Fundamentals, Models, and Ranking of User-Generated Content. Springer Fachmedien, 2014. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-06984-1>