

The slide features a red header bar on the left with the TU Braunschweig logo and name. On the right, there is a yellow circular logo with '147' and the text 'Institut für Halbleitertechnik'. The main content is centered in a grey box with the title 'Grundlagen der Elektronik und Photonik Online Kurs' and the subtitle 'Der Wissensraum'. Below this, the name 'Prof. Andreas Waag' and the affiliation 'Institut für Halbleitertechnik TU Braunschweig' are listed. A red bar at the bottom contains the page number '1'.

Technische  
Universität  
Braunschweig

Institut für  
Halbleitertechnik

**Grundlagen der Elektronik und Photonik**  
Online Kurs

**Der Wissensraum**

Prof. Andreas Waag

Institut für Halbleitertechnik  
TU Braunschweig


1

Dieser Clip stellt die Struktur der Vorlesung „Grundlagen der Elektronik und Photonik“ im Online Format vor. Die Vorlesung greift die Ideen eines „Knowledge Space“, also eines Wissensraums auf. Im Laufe der Vorlesung sollen vorhandene Wissensinseln vergrößert werden, neue Wissensinseln geschaffen werden, und vor allem eine starke Vernetzung zwischen den Wissensinseln ermöglicht werden. Sehen wir uns diese Struktur genauer an.

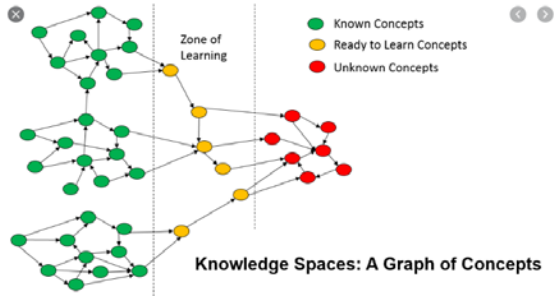
## Der Wissensraum

Die Inhalte der Vorlesung werden in einem „Knowledge Space“ organisiert.


Ein Wissensraum ist eine mathematische Struktur zur Modellierung des Wissenserwerbs in einem Wissensgebiet. Dazu wird das Wissensgebiet in Lerneinheiten unterteilt. Wissenszustände sind Kombinationen dieser Einheiten. Ein Wissenszustand enthält mit jeder Lerneinheit auch deren Voraussetzungen.



Institut für Halbleitertechnik



**Knowledge Spaces: A Graph of Concepts**



Technische Universität Braunschweig

Ein Wissensraum ist eine Struktur zur Darstellung eines Wissensgebietes und zur Modellierung des Lernerfolges.

Sie werden im Rahmen der Vorlesung Gelegenheit haben, ihren aktuellen Wissensraum zu vergrößern und vor allem unterschiedliche Bereiche ihres Wissensraumes miteinander zu verbinden. Diese Verbindungen sind sehr wichtig. Erst solche Verbindungen zwischen Wissens-Inseln machen Wissen nutzbar.


Eine normale Vorlesung hat einen Anfang und ein Ende, und reiht Inhalte sequentiell aneinander. Hier ist das anders. Jeder Teilnehmer entscheidet selbst, auf welchem Weg er den eigenen Wissensraum erweitern möchte. D.h. jeder Teilnehmer entscheidet über die Reihenfolge der Clips, die gehört, gelesen, nachgelesen, nachgearbeitet und (hoffentlich) verstanden werden, selbst in eigener Verantwortung.

Zunächst noch ein paar Worte zum Begriff „Wissensraum“ (Knowledge Space). Ein Wissensraum ist eine mathematische Struktur zur Modellierung des Wissenserwerbs in einem Wissensgebiet. Dazu wird das Wissensgebiet in Lerneinheiten unterteilt. Wissenszustände sind Kombinationen dieser Einheiten.


Die Wissens-Inseln können in 3 Bereichen liegen: der Bereich der „bekannten Konzepte“ (in grün), der Bereich der „Zone of Learning“ in gelb, oder dem Bereich der „Unknown Concepts“ in rot. Ziel der Vorlesung ist es, die Wissensinseln innerhalb ihres persönlichen Wissensraums im Bereich „bekannter Konzepte“ zu vergrößern, und neue Wissensinseln von „rot“ über „gelb“ nach „grün“ zu bewegen.



**Grundsätzliches zum Ablauf der Online-Vorlesung**

  
Institut für  
Halbleitertechnik

- Die fachlichen Inhalte von Wissensinseln werden als Clips und Folien zur Verfügung gestellt
- Die Clips behandeln die wichtigen Bereiche des „Wissensraums“ der Vorlesung
- Jeder Teilnehmer entscheidet selbst, auf welchem Weg er den eigenen Wissensraum erweitern möchte. D.h. jeder Teilnehmer entscheidet über die Reihenfolge der Clips, die gehört, nachgearbeitet und (hoffentlich) verstanden werden, selbst in eigener Verantwortung.
- In den Clips werden immer wieder Inhalte auftauchen, die unbekannt sind oder genauerer Erläuterung bedürfen. Diese weiteren Erläuterungen werden in eigenen Clips (Add-Ons) bearbeitet und wieder allen zur Verfügung gestellt.
- Die Themen für Add-On-Clips werden von den Teilnehmern selbständig definiert und zurückgemeldet. Hierzu gibt es eine zentrale Liste, in die man neue Themen selbst eintragen kann.

  
Technische  
Universität  
Braunschweig

Zunächst einige grundsätzliche Bemerkungen zum Ablauf der Vorlesung. (siehe Folie) Zwei Punkte sind wichtig:

- In den Clips werden immer wieder Inhalte auftauchen, die Ihnen unbekannt sind oder genauerer Erläuterung bedürfen. Diese weiteren Erläuterungen werden während des Semester in weiteren Clips (Add-Ons) ergänzt und wieder allen zur Verfügung gestellt. Die Themen für diese ergänzenden Add-On-Clips werden von Ihnen selbst selbständig definiert und dem Vorlesungsteam zurückgemeldet. Die Rückmeldung von ergänzenden Themen, die für Sie persönlich wichtig sind, ist ein zentraler Baustein dieser neu strukturierten Online-Vorlesung. Nur so kann der Inhalt – orientiert an Ihren Bedürfnissen – wachsen.
- Der zweite wichtige Punkt betrifft den zeitlichen Ablauf: Eine normale Vorlesung reiht Inhalte sequentiell aneinander, unabhängig von den Ansprüchen und Interessen der Zuhörer. Hier ist da anders. Sie selbst entscheiden darüber, in welcher Reihenfolge Sie die Wissensinseln erweitern, und wie schnell diese Erweiterung und Verknüpfung vor sich geht.

Idealweise müssten hierzu alle Clips von Anfang an zur Verfügung stehen. Dies ist allerdings in der jetzigen besonderen Situation nicht möglich, wofür wir schon jetzt um Verständnis bitten. Das Vorlesungsteam wird sich bemühen, die Clips so schnell wie möglich und so umfassend wie möglich zugänglich zu machen. Da die Produktion von Clips zeitaufwändig ist, werden Inhalte auch als „Notizen“ zur Verfügung

gestellt. Der Text der Clips ist dann noch nicht aufgesprochen, kann aber nachgelesen werden.

Außerdem wird jeder Teilnehmer die Gelegenheit bekommen, Clips selber zu produzieren. Hierzu später mehr.

**Wie sieht der für uns relevante Wissensraum aus ?  
Und was ist das Ziel der Vorlesung ?**

Legend for Knowledge Spaces: A Graph of Concepts:

- Green circle: Known Concepts
- Yellow circle: Ready to Learn Concepts
- Red circle: Unknown Concepts

Fields shown in the bubble chart:

- Elektrotechnik
- Mathematik
- Informatik
- Maschinenbau
- Biologie
- Chemie
- Photonik
- Informationstechnik
- Physik
- Sensorik
- Biotechnologie
- Learning Theory
- Quantentechnologie
- Künstliche Intelligenz

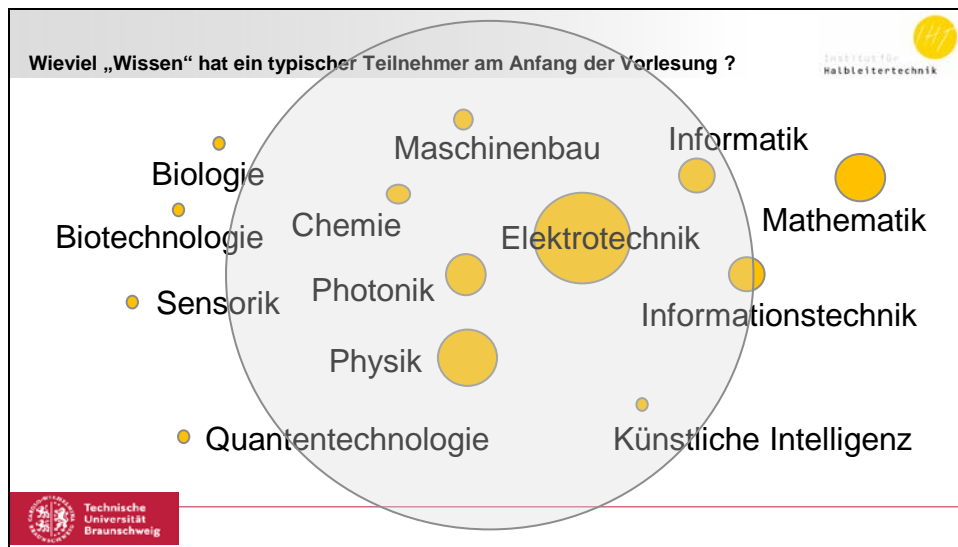
- Wissensräume müssen sich vergrößern
- Wissensinseln müssen wandern: Von der „Zone of Learning“ in die Zone „Known Concepts“
- Wissensinseln müssen verbunden werden !!!

Technische Universität Braunschweig

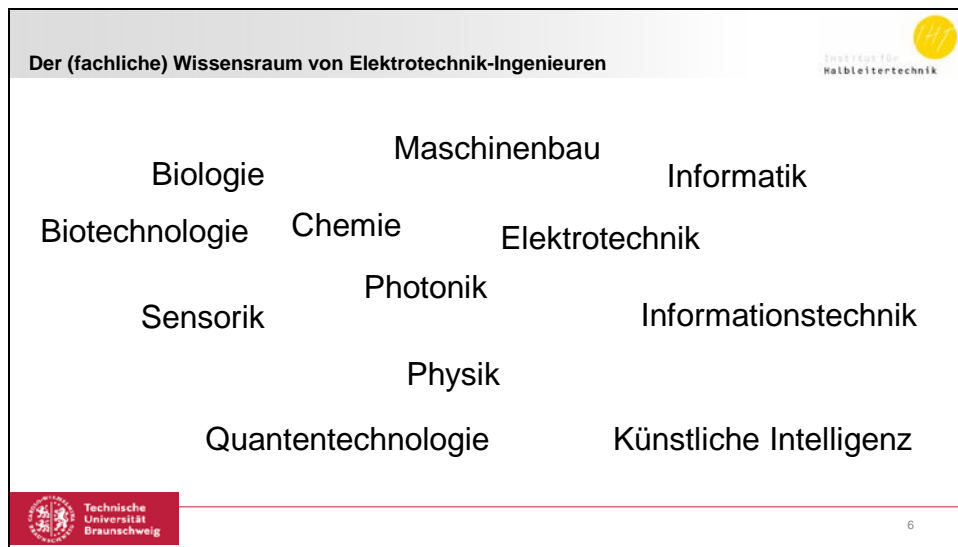
Wissensräume sind für jeden anders. Wie sieht nun ihr eigener Wissensraum aus ? Das wissen nur Sie alleine. Grob allerdings kann man den Wissensraum auf einer höheren begrifflichen Ebene – z.B. der Ebene der Fächer – darstellen. Ihr Haupt-Wissensgebiet sollte die Elektrotechnik sein, mit Wissensinseln in praktisch allen naturwissenschaftlichen Fächern, aber auch darüber hinaus. Die Darstellung dieses Beispiels ist natürlich in keinster Weise vollständig. Evtl. hat der ein oder andere ja eine Lehre gemacht, und hat eine starke Wissensinseln im entsprechenden Bereich. Evtl. waren Sie in einem bestimmten Leistungskurs in der Schule, und haben von dort her eine starke Insel z.B. in einer Sprache oder einem Bereich außerhalb der Naturwissenschaften. Alle diese Wissensinseln sind für Sie selbst und ihre beruflichen und private Zukunft von Bedeutung. In dieser Vorlesung werden wir uns vor allem um Wissensinseln rund um das Thema “Elektronik und Photonik” kümmern.

Die Vorlesung hat 3 wesentliche Ziele: 1) Ihr persönlicher Wissensraum muss sich vergrößern und vertiefen 2) Wissensinseln müssen wandern, von der “Zone of Learning” in die “Zone of Known Concepts”. und 3) Wissensinseln müssen miteinander verbunden werden. Dieser letzte Punkt ist fast der wichtigste. Stellen Sie sich nur einmal vor, was passieren würden, wenn die einzelnen Bereiche unseres Gehirns nicht miteinander verbunden wären.

Beachten Sie dabei besonders auch die Wissensinsel “Learning Theory”. Wie groß ist diese Insel aktuell bei Ihnen ?

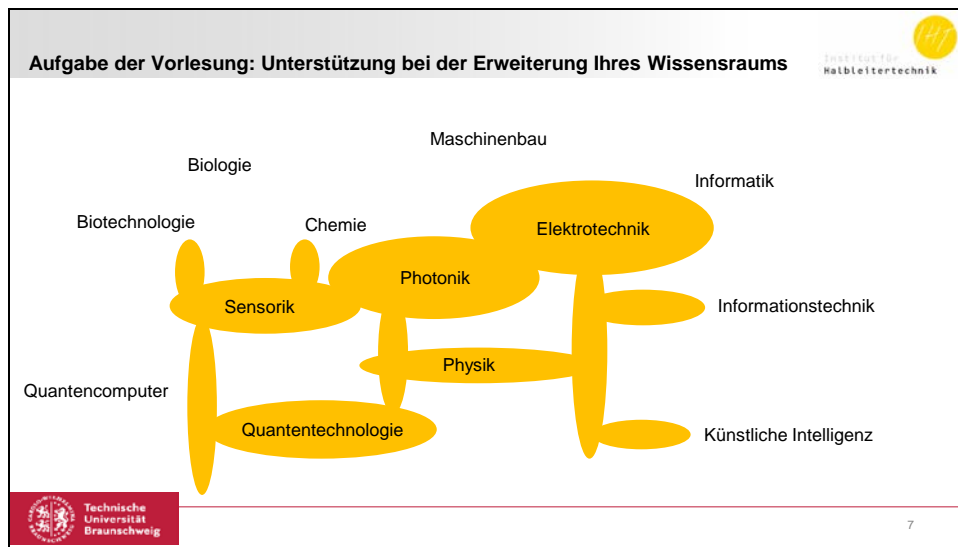


Ihre Voraussetzungen sind so persönlich wie Sie selbst. Ihren eigenen Wissensraum kennen nur Sie selbst. Grundsätzlich sollte ihr Wissensraum – zumindest der Teilraum rund um die Elektrotechnik - aber so ähnlich wie in diesem Beispiel gezeigt aussehen. Um die Inhalte der Elektrotechnik herum sind die Wissensinseln aus den benachbarten Fachgebieten der Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften angesiedelt. Wissensinseln anderer Fachgebiete und Begabungsbereichen sind hier nicht mehr gezeigt.

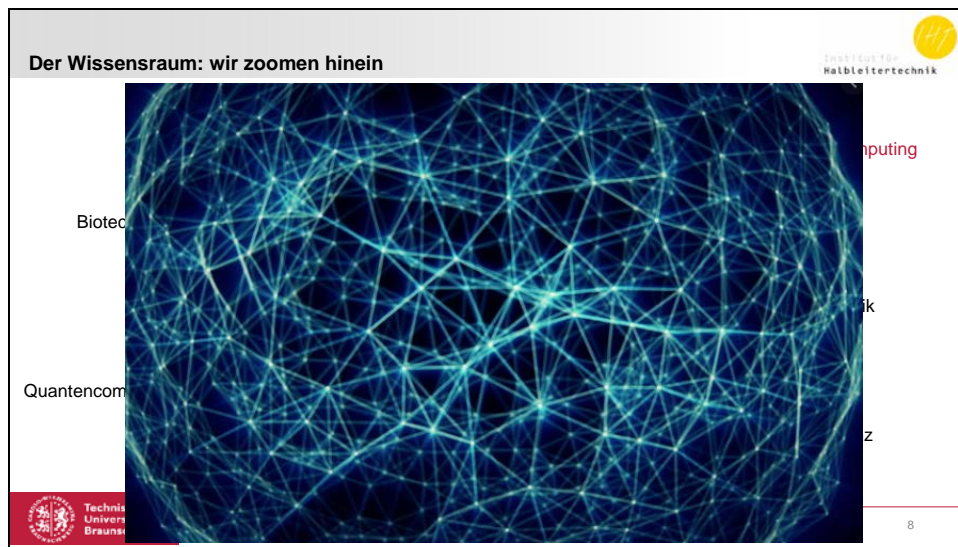


Die Darstellung eines Wissensraumes muss auf unterschiedlichen Ebenen geschehen. Dies hier ist eine übergeordnete Ebene, die Ebene der Fachwissenschaften. Zu Beginn des Studiums stehen viele der Inhalte noch separat nebeneinander.

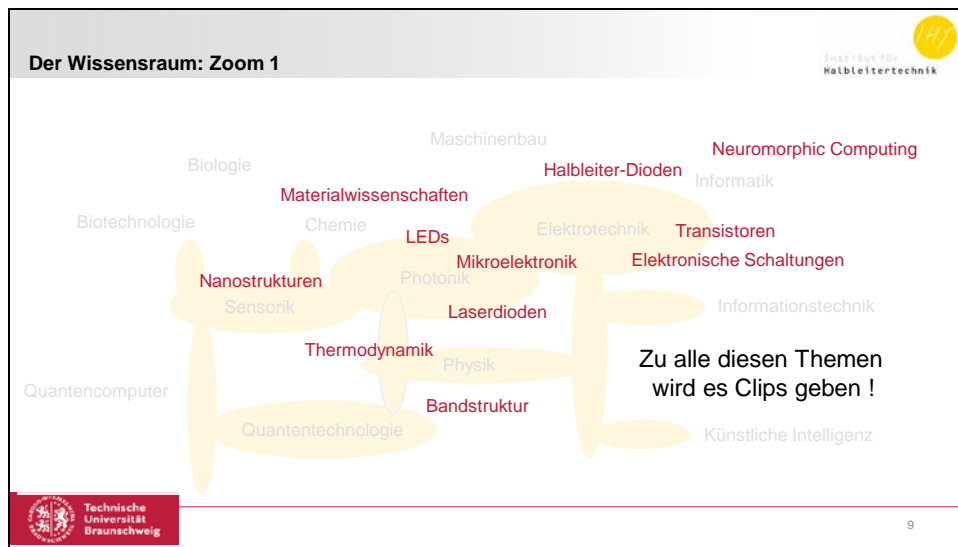




Die Aufgabe der Vorlesung wird es sein, Ihre Wissensinseln im Bereich Photonik und Elektronik nicht nur zu erweitern, sondern vor allem auch miteinander zu verknüpfen. Die Verknüpfung spielt dabei eine wesentliche Rolle. Darauf werden wir besonderen Wert legen. Durch die Verknüpfung einer noch neuen Wissensinsel aus dem Bereich der „Learning Zone“ mit bekannten Wissensinseln aus dem Bereich der „Known Concepts“ können Lerninhalte vertieft und abgesichert werden.



Ein Wissensraum ist immer mehrdimensional. Zoomt man in ihn hinein, dann tauchen Begriffe auf einer immer konkreteren Ebene auf. Hier sind es die Begriffe in rot: (... Begriffe siehe Folie ...). Die Darstellung eines Wissensraumes sollte deshalb eigentlich mindestens 3-dimensional sein. Die 3-Dimensionalität wird hier durch hintereinander liegende Ebenen dargestellt.



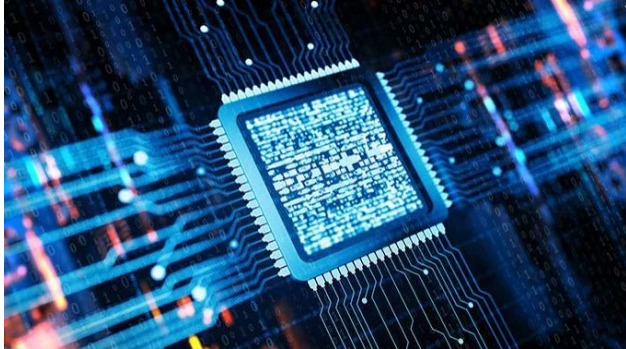
Hier blenden wir eine dieser konkreteren Ebenen ein. Zu all den Themen im Umfeld der „Elektronik und Photonik“ wird es in dieser Vorlesung Inhalte geben, also Clips wie diesen. Es werden Ihnen die Folien, diese Texte und – am Anfang seltener und am Ende immer häufiger – auch die besprochenen Clips zur Verfügung gestellt. Und ganz wichtig: Sie alle entscheiden, welche ergänzenden Clips aufgenommen werden. Dies kann z.B. notwendig werden, wenn Inhalte als „Known Concepts“ angenommen werden, diese sich aber noch in der „Learning Zone“ oder gar im Bereich der „Unknown Concepts“ befinden. Also nochmal der wichtige Aufruf an alle: beteiligen Sie sich aktiv an der Vorlesung. Konsumieren Sie nicht nur, sondern gestalten Sie mit.





Diese Wissensinseln sind also einfache Bausteine. Es nützt noch nichts, die Bausteine alle auf einen Haufen zu werfen. Erst wenn man die Bausteine richtig verbindet, dann entsteht ein Haus in dem man wohnen kann – oder ein Auto mit dem man fahren kann – oder ein Computer mit dem man die Probleme von morgen lösen kann.

Viele viele Bausteine für hyper-komplexe Strukturen ....



~ 100 Milliarden Transistoren  
für einen einzigen modernen  
Mikroprozessor

Technische Universität Braunschweig

12

Institut für Halbleitertechnik


Ein Mikroprozessor ist nichts anderes: er besteht aus 100 Milliarden einzelner Transistoren. Die Arbeitsweise jedes einzelnen Transistors ist gut bekannt. Aber nur weil man den einzelnen Transistor versteht, kann man noch lange nicht die Funktion eines vollständigen Mikroprozessors erfassen. Genau so funktioniert ihr Wissensraum.

**Studienunterlagen**

**Integrierte Schaltungen**

Pearson Hardcopy und Ebook sind in der Uni Bib verfügbar.

Download einzelner Kapitel frei zugänglich





**StudIP**

Zugang zu Unterlagen und Terminen für Vorlesung und Übung

Übungsaufgaben  
Altklausuren

Das Buch „Integrierte Schaltungen“ bildet bezüglich Inhalt und Darstellung die Basis für die Vorlesung



Technische Universität Braunschweig

13

Neben den umfangreichen Online-Unterlagen gibt es auch gedruckte Literatur. Die Vorlesung hält sich eng an das Buch „Integrierte Schaltungen“, das letztlich aus dieser und anderen eigenen Vorlesungen heraus entstanden ist. Es ist auch als gedrucktes Exemplar in relativ großer Zahl in der Bibliothek verfügbar. Zusätzlich werden Sie Zugriff auf Übungsaufgaben mit Lösungen und Altklausuren haben.

Zugang zum ebook über die UB der TUBS

The image shows a library search interface on the left and a 3D book model on the right. The search results list two entries for 'Integrierte Schaltungen: Grundlagen - Prozesse - Design - Layout' by Karl Hermann Cordes, Andreas Wang, and Nicolas Heuck. The first entry is a PDF document, and the second is a book. The 3D model shows a blue book cover with the 'ing' logo and the title 'Integrierte Schaltungen'.

Technische Universität Braunschweig

Institut für Halbleitertechnik


Technische Universität Braunschweig

14

Das Buch „integrierte Schaltungen“ ist auch Online kostenlos verfügbar. Es kann kapitelweise kostenlos heruntergeladen werden. Zugang zum Ebook erhalten Sie über die Seiten der Universitäts-Bibliothek.



## Assessment and Learning in Knowledge Spaces



Institut für  
Halbleitertechnik


**The Assessment of Knowledge,  
in Theory and in Practice\***

Jean-Claude Falmagne<sup>1, \*\*</sup>, Eric Cozy<sup>2</sup>,  
Jean-Paul Doignon<sup>3</sup>, and Nicolas Thiéry<sup>2</sup>


<sup>1</sup> Dept. of Cognitive Sciences, University of California, Irvine, CA 92697  
jcf@uci.usci.edu  
ALEKS Corporation  
{cozy, nthier}@aleks.com  
<sup>2</sup> Free University of Brussels  
doignon@ulb.ac.be

**Abstract.** This paper is adapted from a book and many scholarly articles. It reviews the main ideas of a theory for the assessment of a student's knowledge in a topic and gives details on a practical implementation in the form of a software. The basic concept of the theory is the 'knowledge state,' which is the complete set of problems that an individual is capable of solving in a particular topic, such as Arithmetic or Elementary Algebra. The task of the assessor—which is always a computer—consists in uncovering the particular state of the student being assessed, among all the feasible states. Even though the number of knowledge states for a topic may exceed several hundred thousand, these large numbers are well within the capacity of current home or school computers. The result of an assessment consists in two short lists of problems which may be labelled: 'WHAT THE STUDENT CAN DO' and 'WHAT THE STUDENT IS READY TO LEARN.' In the most important applications of the theory, these two lists specify the exact knowledge state of the individual being assessed. Moreover, the family of feasible states is specified by two combinatorial axioms which are pedagogically sound from the standpoint of learning. The resulting mathematical structure is related to closure spaces and thus also to concept lattices. This work is presented against the contrasting background of common methods of assessing human competence through standardized tests providing numerical scores. The philosophy of these methods, and their scientific origin in nineteenth century physics, are briefly examined.



National Science Foundation  
WHERE DISCOVERIES BEGIN




Technische  
Universität  
Braunschweig

15

Wenn Sie Interesse haben, sich tiefer mit der Darstellung von Wissensräumen und Lerntheorie zu beschäftigen, dann sind Sie dazu herzlich eingeladen. Ein Paper ist hier gezeigt: The Assessment of Knowledge in Theory and in Practice.

**Der Wissensraum**

Ein Wissensraum müsste eigentlich 3-dimensional dargestellt werden. Nur dann könnten die vielen Verbindungen zwischen den Sub-Räumen auch nachvollzogen werden.




Logo of the Institute for Semiconductor Technology (Institut für Halbleitertechnik) in the top right corner.

Logo of Technische Universität Braunschweig in the bottom left corner.


Page number 16 in the bottom right corner.

Über die 3-Dimensionalität eines Wissensraum hatten wir schon gesprochen. Außerdem ist ihr Wissensraum natürlich nicht auf Inhalte von Elektronik und Photonik begrenzt, sondern geht weit darüber hinaus. Eigentlich haben wir es nicht nur mit einem Wissensraum, sondern einem ganzen Wissens-Universum zu tun.

  
Institut für  
Halbleitertechnik

**Zusammenfassung: Grundsätzliches zum Ablauf der Online-Vorlesung**

- Die fachlichen Inhalte werden als Clips und Folien zur Verfügung gestellt
- Die Clips behandeln die wichtigen Bereiche des „Wissensraums“ der Vorlesung
- Jeder Teilnehmer entscheidet selbst, auf welchem Weg er den eigenen Wissensraum erweitern möchte. D.h. jeder Teilnehmer entscheidet über die Reihenfolge der Clips, die gehört, nachgearbeitet und (hoffentlich) verstanden werden, selbst in eigener Verantwortung.
- In den Clips werden immer wieder Inhalte auftauchen, die unbekannt sind oder genauerer Erläuterung bedürfen. Diese weiteren Erläuterungen werden in eigenen Clips (Add-Ons) bearbeitet und wieder allen zur Verfügung gestellt.
- Die Themen für Add-On-Clips werden von den Teilnehmern **selbständig** definiert und zurückgemeldet. Hierzu gibt es eine zentrale Liste, in die man neue Themen selbst eintragen kann.


 Technische  
Universität  
Braunschweig

Diese Folie fasst den grundsätzlichen Ablauf noch einmal zusammen. Und noch einmal die Bitte und Aufforderung: beteiligen Sie sich aktiv an der Vorlesung und gestalten Sie Clips und Inhalte mit !

**Grundsätzliches zum Ablauf der Online-Vorlesung**

Die Clips enthalten Inhalte auf unterschiedlichen Niveaus

- Level 1 Basiswissen Phase 1 (teilweise noch Schulwissen)
- Level 2 Basiswissen Phase 2 (Eingangskurse Bachelor)
- Level 3 **Ziel-Niveau „Grundlagen der Elektronik und Photonik“**
- Level 4 vertiefendes Wissen (Eingangskurse Master)
- Level 5 Expertenwissen (Fortgeschrittenen-Kurse Master)
- Level 6+ Wissensgrenze



Technische Universität Braunschweig

Institut für Halbleitertechnik

Teilweise wird es zu einem Thema mehrere Clips auf unterschiedlichem Niveau geben. Der “Tiefgang” der Darstellung ist in Levels eingeteilt: Level 1 entspricht Basiswissen Phase 1 und ist damit teilweise noch Schulwissen, z.B: aus Leistungs- oder Spezialisierungskursen. Level 2 entspricht dem Basiswissen Phase 2, entsprechend der Eingangskurse eines Bachelor-Studiengangs, also etwas den Semestern 1 und 2. Level 3 ist das Ziel-Niveau dieser Vorlesung in Semester 4 eines Bachelor Studiengangs Elektrotechnik oder verwandter Studiengänge. Level 4 entspricht dann vertieftem Wissen auf der Stufe eines Eingangskurses im Master-Studiengang. Auch dieses Niveau wird teilweise hier angesprochen, z.B. in Vorbereitung auf die Vorlesung “Lichttechnik” oder “LED Technologie”. Level-5-Wissen entspricht dann einem fortgeschrittenen Master-Niveau, und ab Level 6 und darüber hinaus erreichen wir dann die Wissensgrenze der Menschheit.

Viel Erfolg bei der Erweiterung ihres Wissensraums !

Institut für Halbleitertechnik

Zone of Learning

- Known Concepts
- Ready to Learn Concepts
- Unknown Concepts

Knowledge Spaces: A Graph of Concepts

Technische Universität Braunschweig

19

Am Ende dieses Einführungs-Clips möchte ich Ihnen jetzt viel Erfolg bei der Erweiterung Ihres Wissensraumes wünschen ! Und nicht vergessen: Rückmeldungen und Vorschläge für weitere Clips sind immer herzlich willkommen.