

Sokratisch-konstruktivistischer Unterricht

Norbert Bartos

Seit Jahrhunderten wird, insbesondere in höheren Schulstufen, ein Großteil des Unterrichts in Form von Frontalvorträgen abgehalten. Dieser Stil wurde zu Beginn des 20. Jahrhunderts speziell gefestigt, als der Konditionierungseffekt des Gehirns am Pavlov'schen Hund experimentell nachgewiesen und breit publiziert wurde. Seit damals ist die Meinung weit verbreitet, dass einem Lebewesen jedes Verhalten durch externe Belehrung, mit allfälliger Belohnung bei entsprechendem Wohlverhalten, angelehrt werden kann. In den letzten hundert Jahren hat aber die Menge an Erkenntnissen, betreffend die Funktion des menschlichen Gehirns, stark zugenommen. Dieses Wissen zeigt uns eindeutig, dass die Methode der Belehrung durch „Eintrichtern“ der Information für das Gehirn funktionell wenig adäquat ist. In Folge dessen experimentieren natürlich viele fortschrittliche Lehrkräfte schon lange mit alternativen Unterrichtsmethoden. Mit diesem Artikel möchte der Autor zeigen, dass es auch bei typischen Theoriegegenständen im HTL-Bereich durchaus interessante Möglichkeiten gibt, den Unterricht mehr auf die Erkenntnisse der modernen Gehirnforschung abzustimmen. Die beschriebenen Experimente werden nunmehr seit zwei Jahren konsequent durchgeführt, sowie vom Autor auch statistisch begleitet und evaluiert.

1 Die Ausgangslage

Eine Schülerbefragung mittels eines Fragebogens in der ersten EDT-Stunde (Elektronik und Digitaltechnik) im 2. Jahrgang an der HLA für Elektronik am TGM liefert (wie wahrscheinlich auch an anderen HTLs) typischerweise folgende Fakten:

Kritik am konventionellen fachtheoretischen Unterricht:

- zu theoretisch
- zu schnelles Vorgehen
- zu wenig individuelle Erklärungen
- hoher Stress
- Angst vor Fehlern
- eintöniger Unterricht
- keine Selbständigkeit

Verbesserungsvorschläge zum fachtheoretischen Unterricht:

- mehr Teamwork ermöglichen
- mehr Selbständigkeit fördern
- mehr praktische Beispiele behandeln

2 Die Theorie

2.1 Allgemeines

J.A. Comenius hat in seiner Schrift *„Didacta Magna“* (1658) festgehalten:

„Erstes und letztes Ziel unserer Didaktik soll es sein, die Lernweise aufzuspüren und zu erkunden, bei welcher die Lehrer weniger zu lehren brauchen, die Schüler dennoch mehr lernen, in den Schulen weniger Lärm, Überdross und unnütze Mühe herrsche, dafür mehr Freiheit, Vergnügen und wahrhafter Fortschritt.“
„Nichts ist im Verstand, wo es nicht zuvor im Sinn gewesen ist.“
 Es ist seiner Meinung nach die Hauptaufgabe der Lehrenden, zu achten, dass *„sinnbare Sachen den Sinnen recht vorgestellt“* werden.

Über dieses *„recht vorgestellt“* gehen aber die Meinungen weit auseinander. Die Lehrkraft besitzt natürlich den vollständigen Überblick über den Fachbereich und versucht normalerweise, unter Berücksichtigung des traditionellen Paradigmas „Grundlagen zuerst – Anwendungen später“, den Unterricht nach der „Bottom-Up-Methode“ aufzubauen.

2.2 Bottom-Up-Methode

Die Schüler bekommen hier zunächst eine Menge von recht isolierten wissensmäßigen Puzzlesteinen serviert, wie z.B. „Das Wesen der Elektrizität“, „Das elektrische Feld“, „Das magnetische Feld“ u.v.a., ohne von deren Notwendigkeit überzeugt zu sein, zumal die Zusammenhänge dem Lernenden unbekannt, sowie die Anwendungen und die Relevanz dieser Bausteine zu Beginn völlig unklar sind. Das resultiert in häufigen, mühevollen und oft wenig erfolgreichen Motivationsversuchen durch die Lehrkraft, mit orakelhaften Aussagen, wie beispielsweise „Das werdet ihr nächstes Jahr benötigen“, „Das braucht ihr später im Labor“, „Das ist in der fünften Klasse wichtig“ und was uns halt sonst noch so alles einfällt, wenn die Schüler nicht lernen wollen. Die Lernerfolge sind mäßig, die Motivation ist gering, die Schüler tendieren zum Auswendiglernen und tun sich infolgedessen bei der praktischen Anwendung des Wissens schwer.

Es tritt hier das so genannte „Ankerproblem“ auf. Diese Metapher basiert auf der Vorstellung, dass im Gehirn der Strom des Vergessens in seinem Flussbett dahinfließt. Jeder Wissensblock, der uns durch Belehrung übermittelt wird, fällt nun in diesen Strom. Die Wissensblöcke haben bestimmte, durch deren Inhalt definierte Formen, können also als 3D-Puzzlesteine gesehen werden. Im Strom sind bereits einige Wissensblöcke fix verankert (das früher Gelernte, die persönlichen Erfahrungen, u. dgl.) und so muss nun jeder neu eingeworfene Block möglichst rasch versuchen, an einen fest verankerten Block anzudocken, widrigenfalls er vom Strom des Vergessens ins Jenseits getragen wird. Die Verankerung gelingt aber umso besser, je eher die Form des eingeworfenen Steines zu einem bereits verankerten Stein passt. Wenn also das neue Wissen zu einem bereits gespeicherten Wissensteil dazupasst, ist ein assoziatives Festverankern daran möglich. Genau dies ist aber bei der Bottom-Up-Methode kaum der Fall.

2.3 Top-Down-Methode

Im Gegensatz dazu, geht die Top-Down-Methode vom Ganzen zu den Teilen, von außen nach innen vor. Sie setzt eine problemzentrierte Lernumgebung voraus - das ist wesentlich mehr als die heute übliche problemorientierte/projektorientierte Sichtweise des Labors oder von FTKL (Fertigungstechnik und Konstruktionslehre). Es wird zunächst eine komplexe, konkrete und möglichst praxisnahe Aufgabenstellung festgelegt, mit der sich die Lernenden identifizieren sollen. Diese wird in einfachere Vorläufertypen und Module unterteilt und schrittweise realisiert, wobei die gesamte Projektdauer grundsätzlich auch mehr als ein Jahr sein könnte.

Im Idealfall werden dabei alle Gegenstände in einem Stundenpool zusammengefasst und in das Projekt integriert. Daraus resultiert natürlich eine Auflösung des konventionellen Stundenrasters – das notwendige Wissen wird nach Bedarf vermittelt (über die organisatorischen Probleme sehen wir hierbei großzügig hinweg, denn die Didaktik sollte der Organisation übergeordnet sein; man darf nicht didaktisch gute Konzepte wegen schlechter Organisierbarkeit verwerfen, sonst hat man die eigentliche Aufgabe der Schule nicht erkannt!). Die Aktivität zum Wissenserwerb kommt (fast) nur von den Schülern; die Lehrkraft muss gezielt zum Denken anleiten und Fragen in den Schülern wecken, welche dann unter Anleitung der Lehrkraft beantwortet werden sollten. Dieser Ansatz fördert die Sicht des Konstruktivismus als wichtiges Lernparadigma.

2.4 Konstruktivismus

Der Erkenntnisbegriff und mit ihm der Konstruktivismus, basiert auf der Neuronalstruktur und den Lernmechanismen des Gehirns, sowie der Neuroinformatik. Heinz von Foerster sagt: *„Die Umwelt, so wie wir sie wahrnehmen, ist unsere Erfindung.“* Als Folgerung gilt also, dass Erkenntnis rein subjektiv ist.

Charakteristika des Konstruktivismus:

- Lernen ist eine aktive Wissenskonstruktion (dynamische Reorganisation und Erweiterung von im Gehirn vorhandenen, netzwerkartigen, konzeptuellen Konstrukten).
- Lernen ist die mentale Konstruktion kognitiver Landkarten und deren sukzessive Verfeinerung während des Lernprozesses.
- Der Lerner erwirbt Wissen durch die Bearbeitung praktischer Problemstellungen und der sich ihm dabei von selbst aufdrängenden Fragen (Hands-on und Minds-on).
- Der Lehrer hilft, berät, leitet an, motiviert, weckt Interesse, schafft ein kreatives Lernumfeld und ist sokratischer Partner des Lernenden.
- Die Konstruktion mentaler Wirklichkeiten ist aber subjektiv, also von unseren Zielen, Wünschen und Erwartungen bestimmt.
- Wechselwirkungen zwischen Betrachter und Betrachtetem treten immer auf.
- Die absolute Objektivität ist letztlich eine Illusion.

Konstruktivistisches Lernen geht von der groben Gesamtstruktur des Wissensgebietes aus und gewinnt im Laufe des Lernens an Detailschärfe. Rudolf Steiner hat dies so formuliert (1919): „Vom Ganzen zu den Teilen sollte gelernt werden. Die atomistische Sichtweise des Lernstoffes wird dem Lernenden aufgezwungen und ist unnatürlich“. Es müssen also die Kernideen (Andeutungen des Ganzen des Stoffes) am Anfang stehen, sie müssen möglichst stark motivierend sein und sie müssen Interesse und Fragen beim Lernenden wecken.

Global findet in diesen Jahren ein wesentlicher Paradigmenwechsel statt, nämlich der Übergang von der Industriegesellschaft, welche die körperliche Entlastung des Menschen anstrebt, hin zur Wissensgesellschaft, welche die geistige Entlastung, Unterstützung und Wissenserweiterung zum Ziel hat. Wissen an sich bedeutet angemessenes Handeln in der Umwelt. Die traditionelle Wahr/Falsch-Beurteilung von Wissen, wie sie vor Allem im Schulbereich sehr gepflegt wird, ist inadäquat. Entscheidend ist letztlich, ob ein Lösungsweg möglich, wirkungsvoll, angemessen, ethisch vertretbar ist.

2.5 Arten des Konstruktivismus:

Radikaler Konstruktivismus

Dabei ist der gesamte Lehrstoff komplett selbständig zu erarbeiten. Es ergibt sich eine starke Desorientierungsphase zu Beginn und der Ausgang des Lernens ist nicht vorhersehbar. Beispielsweise der Informatik-Unterricht wird oft in dieser Art durchgeführt. Leider wird in der künstlichen Umgebung der Schule dadurch vieles an real nicht-adäquatem Wissen erzeugt. Best-Practices aus dem Berufsfeld können im Schulkontext sicher nicht selbstgesteuert gelernt werden.

Pseudo-Konstruktivismus

Hier erfolgt der Auftrag an die Schüler, sich einzelne Kapitel des Lehrstoffes selbst anzueignen, zusammenzufassen und vorzutragen. Die Kapitelauswahl erfolgt aber meist nach der Bottom-Up-Methode, die Belehrung der Klassenkollegen ist traditionell frontal. Die Selbststudienphase ist nur schwach konstruktivistisch, da die Themen meist ziemlich isoliert sind und oft die Motivation fehlt. Besonders in den höheren Jahrgängen ist dies eine gern verwendete Methode zur Auflockerung des Theorieunterrichtes.

Sokratischer Konstruktivismus

Dieser vom Autor in einem Anfall von Überheblichkeit kreierte Begriff, soll die stark sokratische Komponente des konstruktivistischen Unterrichts charakterisieren. Sokrates sagte: „*Und ist der Schüler nicht wenigstens die Hälfte des Weges alleine gegangen, so hat er nichts gelernt*“. Der Lernvorgang wird hierbei durch den Lehrenden kontinuierlich begleitet und die Lernenden werden ggf. immer wieder motiviert und angeleitet. Daher ergibt sich keine Desorientierungsphase zu Beginn und der Verlauf bzw. der Ausgang des Lernprozesses können unmittelbar beeinflusst und optimiert werden. Ein Beispiel für einen sokratischen Dialog, welchen der Autor beim Unterricht an der Fachhochschule Technikum Wien selbst geführt hat, möge das illustrieren (S...Student, L...Lehrer). Der Dialog beginnt mit der Frage des Studenten und endet mit der Antwort darauf, welche sich aber wiederum der Student selbst gibt. Der Lehrer führt den Studenten durch eine

geeignete Fragenkette nur darauf hin (das fördert die Problemlösungskompetenz!).

S: Welche minimale Zeit benötigt die Pipelinestufe „Decodieren“ bei einem RISC?

L: Nun, was ist die grundsätzliche Aufgabe eines Decoders?

S: Er wandelt einen Code in einen anderen um.

L: Gut. Welche Art von Logikschaltung ist dafür notwendig? Eine statische oder eine dynamische?

S: Eine statische, weil sie nur aus Gattern besteht.

L: Wie gehen wir bei der Entwicklung dieser Schaltung vor?

S: Wir stellen zunächst die Wahrheitstabelle auf. Dann kann man Formeln in der disjunktiven Normalform daraus ableiten oder das Karnaugh-Diagramm verwenden.

L: Wenn wir nun die disjunktive Normalform haben, wie kommen wir dann zur Schaltung?

S: Indem wir einfach die logischen Operationen durch Gatter darstellen.

L: Und welche Struktur ergibt das dann?

S: Eine Schicht von AND-Gattern, deren Ausgänge durch ein OR-Gatter verknüpft werden.

L: Wieviele Gatterebenen sind das daher?

S: Zwei.

L: Kommt man eventuell mit weniger als zwei Gatterebenen aus?

S: Nein.

L: Wie lange braucht dann ein Signal ungefähr, zum Beispiel bei der CMOS-Technologie, zum Durchlauf zweier hintereinander geschalteter Gatter, bzw. in welcher Größenordnung liegt diese Zeit?

S: Einige Nanosekunden.

3 Das Fallbeispiel

3.1 Zieldefinition

Als Experimentierfeld wird der Bereich Digitaltechnik aus dem Gegenstand EDT (Elektronik und Digitaltechnik) des 2. Jahrganges gewählt, weil er relativ stark isoliert betrieben werden kann und nahezu keine Rückwirkungen von bzw. zu anderen Gegenständen stattfinden.

Im Wintersemester soll die Schaltung eines einfachen 2-Bit-Mikroprozessors am Papier realisiert werden. Der Mikroprozessor soll aus den folgenden Komponenten bestehen:

- ALU: $+|-|\wedge|\vee|\neg$
- Register: A, B, D, I
- Flags: CARRY, SIGN
- Control Unit: 5 Schritte pro Zyklus: F(OpA), F(OpB), E, S(OpD), Reset

Die Eingabe der Befehle (Opcode + Data) erfolgt durch DIL-Schalter. Der Takt wird von einer Taste bezogen. Die Ausgabe erfolgt über einen 7-Segment-Decoder auf eine einzelne 7-Segment-Anzeigestelle. Ein externer Reset-Taster ist ebenfalls vorhanden.

Im Sommersemester soll im Rahmen des FTKL-Unterrichts die Schaltung modular in diskreter Logik (74HC) aufgebaut werden.

3.2 Vorgehensweise

Durch geeignet gestellte Aufgaben wird die Schaltung schrittweise und in Kleingruppen erarbeitet, sowie in bestimmten zeitlichen Abständen der aktuelle Stand des Systems neu gezeichnet (mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad). Die Theorie des Gegenstandes wird dabei von den Schülern weitgehend selbständig erarbeitet. Dabei bildet eine vernetzte Mindmap aller relevanten Begriffe die Basis für die Orientierung. Zu Semesterende wird von allen Gruppen die Detailschaltung des gesamten Systems gezeichnet und dokumentiert (z.T. unter Wiederverwendung schon gut dokumentierter Module).

Im Sommersemester werden dann zwei Firmen mit je 6 bis 8 Gruppen zu zwei Personen gebildet. In der ersten Unterrichtseinheit von FTKL wird unter der Leitung des jeweiligen „Firmenchefs“ die Blockschaltung in Form einer gemeinsamen Projektbesprechung nochmals erstellt, alle Signale werden sinnvoll und einheitlich bezeichnet, die zu realisierenden Module samt ihren Schnittstellen werden festgelegt und die Arbeit wird auf die Gruppen aufgeteilt.

Sodann wird in die Schaltung des jeweiligen Moduls von den Gruppenmitgliedern ins CAD-System eingegeben, die Printplatte entwickelt und gefertigt, sowie anschließend getestet. Die einzelnen Module werden dann integriert (auf ein Holzbrett geschraubt und verdrahtet), gesamthaft getestet und, falls Zeit bleibt, näher messtechnisch analysiert (Funktion, Laufzeiten, Unsymmetrien, Spikes, Grenzfrequenz, u.s.w.). Ein Datenblatt des Mikroprozessors muss ebenfalls erstellt werden.

Die Projektdokumentation besteht aus den Einzeldokumentationen der Module, welche in eine umhüllende Gesamtdokumentation integriert werden. Die gesamte Schaltung benötigt über 40 ICs; die Module sind leiterplattenmäßig im Europakartenformat, meist 2-seitig, realisiert. Damit erreicht das Projekt eine für einen 2. Jahrgang beachtliche Komplexität.

4 Die Resultate

Eine Schülerbefragung am Ende des Wintersemesters (also vor der physikalischen Realisation des Systems) brachte folgende verbale Details:

Vorteile des Sokratisch-Konstruktivistischen Unterrichts:

- fördert Teamwork
- fördert Selbständigkeit
- verbessert das Arbeitsklima

Nachteile des Sokratisch-Konstruktivistischen Unterrichts:

- weniger Erklärungen durch den Lehrer
- wenig Druck (manchmal zu wenig?)

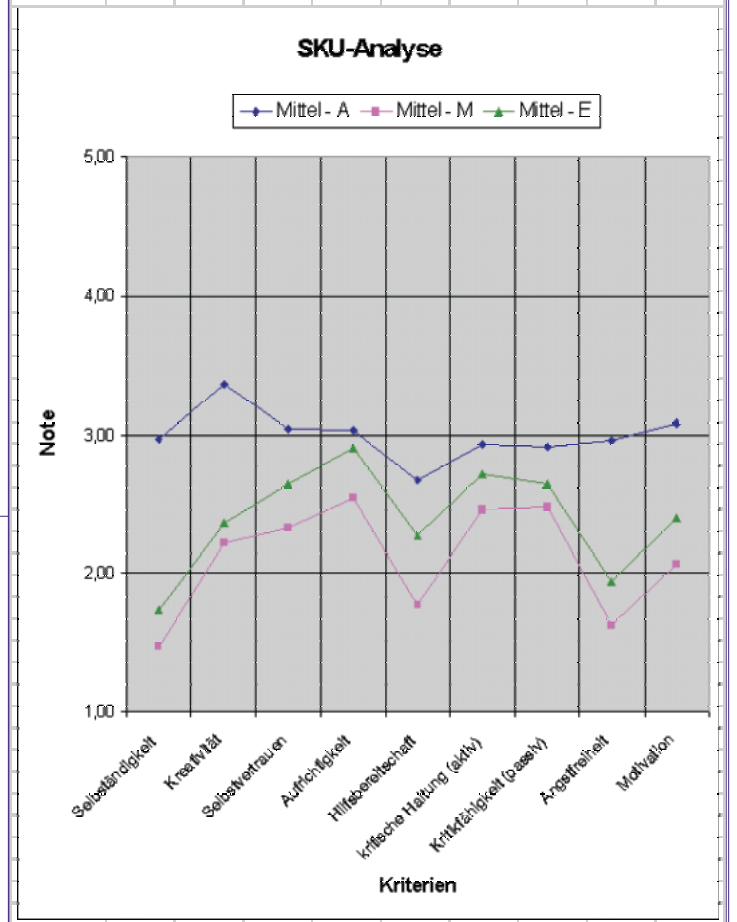
Die statistische Auswertung des ersten Semesters basiert auf drei Fragebögen, in denen die selben Fragen gestellt werden. Der erste Fragebogen wird in der ersten EDT-Stunde ausgeteilt und vermittelt die Sicht auf den konventionellen Theorieunterricht. Der zweite Fragebogen wird zu Semestermitte verteilt und liefert typischerweise euphorische Bewertungen für EDT. Der dritte Fragebogen wird in der letzten Semesterstunde ausgefüllt, zeigt grundsätzlich dieselben Trends wie der zweite, ist aber etwas gedämpfter in der Stimmung (da stehen dann auch schon die Noten fest - es ist nämlich noch immer die ganze Notenskala vertreten!).

Es werden folgende Fragen gestellt (Notenskala als Antwort): Inwieweit fördert der durch den aktuellen Fragebogen hinterfragte Unterricht Selbständigkeit, Kreativität, Selbstvertrauen, Aufrichtigkeit, Hilfsbereitschaft, kritische Haltung (aktiv), Kritikfähigkeit (passiv), Angstfreiheit, Motivation. Die Möglichkeit für verbale Aussagen (positive und negative) existiert ebenfalls.

Die folgende Grafik zeigt die erhaltenen Details. Die oberste Kurve (blau) ist die Sicht des konventionellen Unterrichts zu Semesterbeginn, die unterste Kurve (lila) zeigt die euphorische Stimmung zu Semestermitte, die mittlere Kurve (grün) repräsentiert die Befragung am Ende des Semesters. Es dominieren Selbständigkeit, Hilfsbereitschaft und Angstfreiheit sehr stark positiv. Die Förderung der Aufrichtigkeit wird aber als problematisch gesehen, wegen der reichlich vorhandenen Möglichkeiten des Unterrichtsstils für bewusste „Mitläufer“.

Insgesamt zeigt sich, dass Klassengrößen über 25 in diesem Stil sehr schwer zu führen sind, ideal wären maximal 20 Schüler. Eine Gruppengröße von 2 ist optimal. Tests sind weiterhin empfehlenswert - ein unangekündigter Test, gefolgt nach 1 Woche von einem angekündigten Test mit nahezu identischer Problemstellung bietet interessante Möglichkeiten zur Interpretation des Lernverhaltens der Schüler. Eine konsequente Beurteilung der Mitarbeit jedes Schülers nach einem Stundenblock (3H) ist empfehlenswert und wird von den Schülern positiv aufgenommen (bei großer Schülerzahl ist das aber praktisch kaum möglich). Ein Druck auf „Outsider“ bzw. „Mitläufer“ wird von der Schülermehrheit als positiv und notwendig empfunden. Die Änderung der Gruppenzusammensetzung im Laufe des Semesters auf

Gesamt:	Selbstäng	Kreativität	Selbstvertrauen	Aufrichtig	Hilfsbereit	kritische	Kritikfähig	Angstfrei	Motivation
Mittel - A	2,97	3,37	3,04	3,03	2,67	2,99	2,91	2,96	3,08
Mittel - M	1,47	2,22	2,39	2,54	1,77	2,46	2,48	1,62	2,07
Mittel - E	1,73	2,36	2,64	2,90	2,27	2,72	2,64	1,94	2,40



Schülerwunsch sollte möglich sein - ein Trend zum freiwilligen „Nachvornesetzen“ ist ebenfalls vorhanden.

Zumal nach den aktuellen Mitschriften ein Mitlernen nahezu unmöglich ist, schreiben viele Schüler diese relativ bald freiwillig neu. Einige Details des Stoffes können durch die Schüler auch selbst „entdeckt“ werden (z.B. eine allgemeine Formel zum Umrechnen von Zahlen zur Basis X in das Zehnersystem und umgekehrt, die Notwendigkeit von AND-, OR-, NOT-Funktionen aus der linguistischen Formulierung von Sachverhalten aus der Wahrheitstabelle, der BCD-Code, sowie die Zahlendarstellung durch Betrag und Vorzeichen).

5 Die Implementation

Die Schaltungen der einzelnen Module wurden von den betreffenden Gruppen in ORCAD eingegeben, simuliert und eventuelle Fehler wurden korrigiert. Sodann wurde das Layout der Printplatten entworfen, sämtliche Fertigungsunterlagen generiert und die Prints in der Werkstätte gefertigt. Anschließend wurden sie bestückt, getestet und ggf. korrigiert. Letztlich wurden die einzelnen Leiterplatten auf ein Holzbrett geschraubt, verdrahtet, das Gesamtsystem getestet und erfolgreich in Betrieb genommen. Die abgegebene Gesamtdokumentation des Projektes umfasst ca. 100 Seiten.

Auch hier wurde zu Semesterende ein Fragebogen verteilt, welcher folgende Fakten abfragt: Inwieweit haben Sie in technischer, organisatorischer und kommunikativer Hinsicht dazugelernt (von „viel“ bis „wenig“ mit Notenskala von 1 bis 5). Weiters wurde hinterfragt, was die beiden größten Hürden bei der Implementation in FTKL waren und was man daher im vorangehenden (EDT-)Unterricht verbessern sollte, sowie sonstige Eindrücke, Bemerkungen und konstruktive Vorschläge.

Die Resultate waren:

- in technischer Hinsicht dazugelernt: 1.77
- in organisatorischer Hinsicht dazugelernt: 1.95

- in kommunikativer Hinsicht dazugelemt: 1.77

Die drei größten Hürden waren (in der Reihenfolge ihrer Nennhäufigkeit):

- Schaltungserstellung in ORCAD
- Test und Fehlersuche am Print
- Organisation der Arbeit in der Gruppe

Wünsche nach Verbesserung des EDT-Unterrichts in Hinblick auf FTKL wurden in vernachlässigbarer Zahl vorgeschlagen; die sonstigen Bemerkungen waren spärlich und brachten keine neue Erkenntnis.

6 Die Wünsche

Ein interessantes Folge-Experiment wäre eine stundenmäßige Parallelführung zweier Jahrgänge, die Teilung jedes Jahrganges in 2 Gruppen durch die Klassenlehrerkonferenz

(konventionell und sokratisch-konstruktivistisch) und die Neuzusammensetzung der beiden Jahrgänge für diesen Gegenstand. Hauptprobleme dabei sind die Rechtslage und der Stundenplan.

Die Thesen des Autors für dieses Experiment sind:

- geringere Inhomogenität in den beiden Klassen
- leicht bessere Erfolge in der konventionellen Klasse
- überproportional bessere Erfolge in der sokratisch-konstruktivistischen Klasse (Begabtenförderung)
- die Mischung erzeugt einen positiven Wettbewerb in den beiden Klassen

Weiters sollten sich österreichweit Keimzellen für diese Unterrichtsmethode finden, um die Wirkung besser vergleichen zu können. Dies wird vom Autor unermüdlich verfolgt, z.B. durch Motivationsarbeit bei der alljährlichen Lehrplantage der Elektronik-Abteilungen Österreichs in Bad Ischl, sowie bei den zeitlich davor liegenden Fachgruppenworkshops.

Weitere Gedanken zu diesem Thema wurden vom Autor bereits früher in den **PCNEWS** im Rahmen folgender Beiträge dargelegt:

- **Lehren und Lernen im 21. Jahrhundert**

PCNEWS-53 3/97, Seite 44

<http://pcnews.at/ins/pcn/0xx/05x/053/004400/~main.htm>

- **Tendenzen im Berufsbildenden Schulwesen**

PCNEWS-57 4/98, Seite 27

<http://pcnews.at/ins/pcn/0xx/05x/057/002700/~main.htm>

- **Die Top-Down-Lernstrategie**

PCNEWS 9/99, Seite 34

<http://pcnews.at/ins/pcn/0xx/06x/064/003400/~main.htm>

- **Neue Medien – neue Grundlagen**

PCNEWS 9/01, Seite 31

<http://pcnews.at/ins/pcn/0xx/07x/074/003100/~main.htm>

Arbeitslos



karcartoons@aon.at

7 Die Fotogalerie

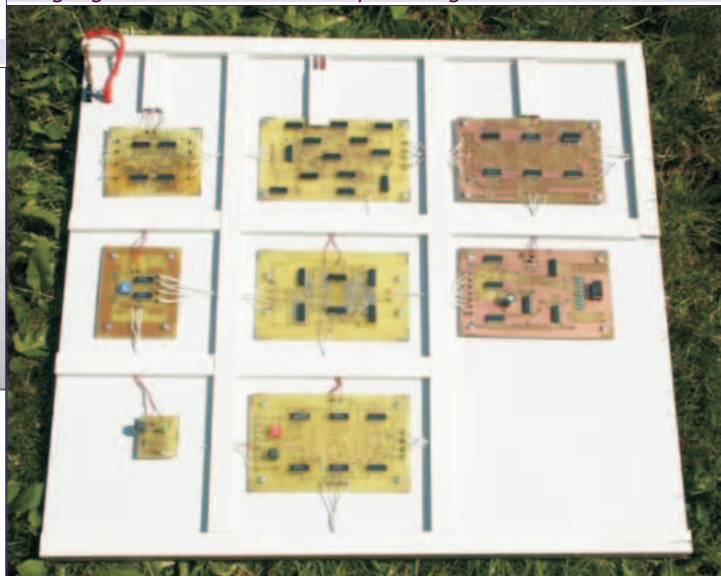


Firma 1 (v.l.n.r.): Michael Reiningger, Martin Sehnal, Jürgen Traubauer, Christian Axmann, Andreas Fleißner, Matthias Spiegl, Manuel Kurz, Bernhard Mayer, Michael Seyfried, Oliver Bartellas, Manuela Schwarz, Thomas Pauger (Firmenchef)



Firma 2 (v.l.n.r.): Andreas Sprenger, Matthias Gröbl, Lukas Schuh, Helmut Riedl, Martin Müller, Xaver Muri, Michael Neumeier, Narmada Ban, Josip Grabovac, Kristina Haselbauer (Firmenchefin), Mirjana Artukovic (fehlt: Drazen Madunic)

Einer der beiden fertigen Prozessoren: Die Komplexität des Systems mit bis zu 13 ICs auf 2-seitigen Prints ist für einen 2. Jahrgang eine beachtliche Herausforderung.



Christian Berger

PCNEWS-84 September 2003