



IMST – Innovationen machen Schulen Top

Kompetent durch praktische Arbeiten – Labor, Werkstätte & Co

ELEKTRONIK INDIVIDUALISIERT

**Entwicklung von kompetenzorientierten Unterrichtsmaterialien
für Grundlagen der Elektronik**

ID 1643

DI Herbert Kuttelwascher

Dr. Hannes Sauerzopf, DI Roland Kneringer, DI Georg Krall

HTL Mödling

Abteilung Elektronik und Technische Informatik

Mödling, Mai 2016

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|-----------|
| ABSTRACT | 4 |
| 1 EINLEITUNG | 5 |
| 1.1 Aller Anfang ist schwer | 5 |
| 1.2 Hardwareentwicklung..... | 5 |
| 1.3 Individualisierung mit Randbedingungen..... | 6 |
| 2 ZIELE | 7 |
| 2.1 Ziele auf SchülerInnenebene | 7 |
| 2.2 Ziele auf LehrerInnenebene | 7 |
| 2.3 Verbreitung der Projekterfahrungen..... | 7 |
| 3 DURCHFÜHRUNG | 8 |
| 3.1 Planungen..... | 8 |
| 3.1.1 Arbeitsaufteilung | 8 |
| 3.1.2 Zeitplan..... | 8 |
| 3.2 Aktivitäten im Unterricht..... | 8 |
| 3.2.1 Didaktische Methode "Eintragen einfacher Lösungen"..... | 9 |
| 3.2.2 Spiele..... | 11 |
| 3.2.3 Versuche | 18 |
| 3.2.4 Arbeitsaufträge..... | 20 |
| 3.3 Gender..... | 21 |
| 3.4 Verbreitung | 21 |
| 4 EVALUATIONSMETHODEN | 23 |
| 4.1 Einpunktabfrage im Koordinatensystem | 23 |
| 4.2 Noten im Semester..... | 23 |
| 4.3 Fragebogen..... | 23 |
| 4.4 Beobachtungen..... | 23 |
| 5 ERGEBNISSE | 24 |
| 5.1 Ergebnisse zu Kompetenz der SchülerInnen..... | 24 |
| 5.2 Ergebnisse zu Einstellung der SchülerInnen..... | 25 |
| 5.2.1 Ergebnis zu Eintragen einfacher Lösungen..... | 25 |
| 5.2.2 Ergebnis zu Spielen..... | 25 |
| 5.2.3 Ergebnis zu Versuchen..... | 27 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.2.4 | Ergebnis zu Einzel-/Partner-/Gruppenarbeit..... | 27 |
| 5.3 | Ergebnisse zu Verbreitung..... | 29 |
| 6 | DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK..... | 30 |

ABSTRACT

Mit Elektronik verbindet man Geräte, die das Leben einfacher und angenehmer machen, und viel können. Solche Geräte zu entwerfen und zu bauen erfordert jedoch eine ausführliche und intensive Beschäftigung mit den Grundgesetzen und Dimensionierungsregeln von elektronischen Bauteilen und Schaltungen. Dies fällt vielen Schülerinnen und Schülern schwer.

Wie kann dieser Theorieunterricht verständlicher, abwechslungsreicher und mit etwas Spaß gestaltet werden, ohne das Lernziel aus den Augen zu verlieren? Wie kann man Lernen in der Klasse erfreulicher und gleichzeitig effektiver machen?

Ansätze im didaktischen Bereich, sowie mit Spielen und Versuchen werden in diesem Bericht vorgestellt. Sie wurden mit den ersten zwei Jahrgängen der Abteilung Elektronik und Technische Informatik an der HTL Mödling durchgeführt und von den Schülerinnen und Schülern bewertet. Die Ergebnisse im Lernertrag und bei der Einstellung der Schülerinnen und Schüler zum Unterrichtsgeschehen zeigen, dass die Ansätze in die richtige Richtung gehen.

| | |
|------------------------------------|--|
| Schulstufe: | 9, 10 |
| Fächer: | Grundlagen der Elektronik (Teil von Hardwareentwicklung) |
| Kontaktperson: | DI Herbert Kuttelwascher |
| Kontaktadresse: | HTL Mödling, 2340 Mödling, Technikerstraße 1-5 |
| Zahl der beteiligten Klassen: | 2 |
| Zahl der beteiligten SchülerInnen: | 56 |

Urheberrechtserklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge.

1 EINLEITUNG

Die HTL Mödling ist die größte Schule in Österreich (etwa 3400 Schülerinnen und Schüler, etwa 400 Lehrerinnen und Lehrer). Sie ist daher in 10 Abteilungen gegliedert, eine davon ist die Abteilung Elektronik und Technische Informatik. Die Grundlagen der Elektronik bilden einen Hauptteil des Gegenstands Hardwareentwicklung. Besonders der Einstieg in das Fach ist für die Schülerinnen und Schüler nicht einfach (wie im Folgenden näher beschrieben). Daher sollte in den ersten beiden Jahrgängen durch neue Methoden eine Verbesserung des Unterrichts und des Lernertrags erreicht werden.

In diesem Projekt steht die Verbesserung des theoretischen Unterrichts in der Klasse im Vordergrund. Da die Erfolgsquote der Schülerinnen und Schüler und deren Steigerung auch in den HTLs als wichtiges Thema besteht, muss erreicht werden, dass mehr Schülerinnen und Schüler bis zum Ende des Schuljahres eine positive Bewertung erreichen, auch wenn sie gewisse notwendige Voraussetzungen vorerst nicht in den Unterricht mitbringen. Wir vermuten, dass besonders für diese Gruppe der Unterricht in der Klasse der entscheidende Faktor ist, da es für die Beschäftigung mit dem Lehrstoff alleine zu Hause weniger Ambitionen gibt.

1.1 Aller Anfang ist schwer

Mit dem Begriff „Elektronik“ verbindet man intelligente Einrichtungen, die das Leben in vielen Bereichen verbessern. Dies kann die Steuerung der vollautomatischen Waschmaschine sein, die Innereien des Computers, die vielen Assistenten und Bedienungen im Auto oder die Basis des allseits einsetzbaren Handys. Wenn man die Elektronik-Ausbildung in der HTL kennenlernen will, kann man sich beim Tag der offenen Tür informieren. Dort erhält man dann auch eine Vorführung. Es wird gezeigt, dass Schüler tatsächlich Geräte bauen, die ebenso beeindruckende Dinge können (Lichtorgel, Roboter, etc.). Natürlich gibt es auch Informationen darüber, dass das Fach Begabungen in Mathematik und Naturwissenschaften erfordert, sie stehen aber etwas im Schatten der glanzvollen Ergebnisse von Diplomarbeiten und Projekten.

Wenn dann der Start in der ersten Klasse der Abteilung „Elektronik und Technische Informatik“ beginnt, stellt sich heraus, dass am Beginn eine intensive Beschäftigung mit den Grundlagen der Elektronik (und Elektrotechnik) steht. Dabei muss man viele Zusammenhänge mathematisch formulieren, und immer wieder sind Ergebnisse zu berechnen und Schlussfolgerungen für den nächsten Schritt zu ziehen. Es kann leicht eine Frustration eintreten, weil der Bau von interessanten Geräten hinter einer kaum überwindbaren Mauer von unüberschaubaren Berechnungen liegt. Ein zu hoher Anteil von Schülerinnen und Schüler gibt hier auf oder scheitert.

1.2 Hardwareentwicklung

Ein elektronisches Gerät besteht meist aus Hardware (kann man angreifen) und Software (Programmierung). Das Fach Hardwareentwicklung beherbergt die Grundlagen der Elektronik und legt damit die Basis dafür, ein elektronisches Gerät bauen zu können. Daher beschäftigt man sich mit den Gesetzmäßigkeiten der Elektronik und der richtigen Dimensionierung aller erforderlichen Bauteile.

Als Unterrichtsstil hat bisher der Frontalunterricht dominiert, fallweise mit dem Durchrechnen von Beispielen unter Einbindung von Schülerinnen und Schülern. Wie bei technischen Grundlagenfächern anderer Ausbildungsrichtungen liegt die Begründung für den hauptsächlich Frontalunterricht darin, dass die Verständnisschwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler am besten durch geeignete Erklärungen von Lehrerinnen und Lehrer beseitigt werden können. Dies hat natürlich seine Berechtigung, es muss dem jedoch die Notwendigkeit der Aktivierung der Schülerinnen und Schüler entgegengesetzt werden – als Zuhörer und Zuseher schalten viele nach einiger Zeit weitgehend ab. Die Er-

gebnisse (Noten) in der Vergangenheit zeigen auch, dass hier kein optimaler Lernertrag erzielt wurde (siehe auch 5.1).

Anzustreben ist daher eine intelligente Mischung von Unterrichtsformen, die sowohl kompetenten Erklärungen geeigneten Raum gibt, als auch Schülerinnen und Schüler möglichst oft in die aktive Rolle bringt.

1.3 Individualisierung mit Randbedingungen

Die vorhin erwähnte intelligente Mischung der Unterrichtsformen deutet schon an, dass man für eine Verbesserung des Unterrichts (insbesondere des Ertrags) an mehreren Stellen ansetzen muss. Ebenfalls müssen aber auch Randbedingungen genannt werden, die beim Einsatz neuer Methoden einzuhalten sind. Im Folgenden sollen Ansätze sowie zu berücksichtigende Randbedingungen aufgelistet werden.

Randbedingungen:

- Der im Lehrplan vorgesehene Stoff muss in vollem Umfang behandelt werden, da es in weiteren Jahrgängen keine Pufferzeiten gibt um etwas nachzuholen. Daraus folgt, dass zeitintensive Aktivitäten nur in begrenztem Ausmaß eingesetzt werden können.
- Es geht in diesem Projekt um Verbesserungen des Theorieunterrichts in der Klasse.
- Anzustreben sind Aktivitäten, die Schüler in eine aktive Rolle bringen, die eine Kooperation zwischen Schülern fördern und die für schwächere und bessere Schüler unterschiedliche Herausforderungen darstellen können (Themen der Individualisierung).

Ansätze:

Hier erfolgt eine beispielhafte Auflistung. Eine nähere Beschreibung wird im Kapitel Durchführung gegeben.

- **Didaktische Methoden** – Leitfrage: „**Was kann das Verstehen erleichtern?**“:
 - Eintragen einfacher Lösungen (Ansammlung von Hürden reduzieren)
- **Spiele** – Motto: **Denken darf auch Spass machen!**:
 - Knotenregelspiel
 - Potentialsudoku
 - Kartenspiel mit Widerstandswerten (Zufall und Strategie)
- **Versuche** – Motto: **Gezielt dort, wo die Theorie eine Unterstützung notwendig hat!**:
 - Überlagerungsprinzip
 - belastete Quelle
- **Einzel-/Partner-/Gruppenarbeit** -
Motto: Der Schüler erkennt – **wo stehe ich**, und kann im **Teamwork** Verbesserungen erzielen.
 - zu den jeweiligen Stoffgebieten in geeigneter Form

2 ZIELE

2.1 Ziele auf SchülerInnenebene

Nachdem, wie in der Einleitung beschrieben, der Unterricht in Grundlagen der Elektronik als mäßig erfolgreich im Sinne des Lernertrags ablief und von den Schülern mehrheitlich als Hürde gesehen wurde, soll sowohl ein Ziel in der Kompetenz, als auch eines in der Einstellung erreicht werden.

1. Kompetenz:
Die Schülerinnen und Schüler sollen den Lehrstoff besser verstehen und anwenden können (Handlungsdimensionen Wiedergeben / Verstehen, Anwenden des Kompetenzmodells) als in den vergangenen Jahren. Dies soll sich in besseren Ergebnissen bei Tests und Noten in Zeugnissen niederschlagen.
2. Einstellung:
Auf der Einstellungsebene sollen die Schülerinnen und Schüler den Unterricht weniger als Bürde denn als Herausforderung sehen, was sich auch durch die Empfindungen wie interessant, abwechslungsreich ausdrückt. Bei einzelnen Methoden sollte erreicht werden, dass sie die Schülerinnen und Schüler eigenständig anwenden.

2.2 Ziele auf LehrerInnenebene

3. Einstellung:
Die angewendeten Methoden sollen bei den Lehrerinnen und Lehrern der Abteilung bekannt sein und daher künftig von mehreren Lehrern eingesetzt werden. Der Einsatz wird erleichtert durch das Vorhandensein der entwickelten Materialien und Beispiele.

2.3 Verbreitung der Projekterfahrungen

4. Schulintern:
Das Projekt, die entwickelten Methoden und Materialien werden in der Schul- und Abteilungshomepage veröffentlicht.
Beim Tag der offenen Tür wird das Projekt vorgestellt.
Bei abteilungsübergreifenden Besprechungen zur Individualisierung werden das Projekt und Methoden besprochen.
5. Österreichweit:
Bei österreichweiten Zusammenkünften von HTL-Vertretern der Abteilungen Elektronik und Technische Informatik soll das Projekt vorgestellt werden.

3 DURCHFÜHRUNG

3.1 Planungen

3.1.1 Arbeitsaufteilung

Das Projekt wird in den zwei Klassen 1AHEL und 2AHEL durchgeführt. Der Schwerpunkt liegt im ersten Jahrgang. Dies schlägt sich auch in der Kapazität der betreuenden Lehrer nieder. Unter den teilnehmenden Lehrern wurde folgende Arbeitsaufteilung vorgenommen:

| | |
|----------------|---|
| Kuttelwascher: | Entwicklung von Spielen, Didaktische Methoden, Entwurf von Versuchen Umsetzung in der Klasse 1AHEL, Koordination |
| Sauerzopf: | Entwurf von Versuchen Hilfe bei der Umsetzung in der Klasse 1AHEL |
| Krall: | Umsetzung in der Klasse 2AHEL |
| Kneringer: | Unterstützung bei Homepage |

3.1.2 Zeitplan

Um eine Umsetzung des Projekts im Zuge des regulären Unterrichts von September 2015 bis etwa März 2016 zu erreichen, wurde ein grober Zeitplan erstellt.

2015:

| | |
|--------------------|--|
| August: | Vorbereitungen und Entwürfe zu Spielen und didaktischen Methoden |
| Oktober, November: | Einsatz von Spielen und didaktischen Methoden |
| Dezember: | Reservezeit für Umsetzung |

2016:

| | |
|----------|--|
| Jänner: | Vorbereitung Versuche, Weiterführung Spiele, didaktische Methoden |
| Februar: | Umsetzung Versuche Weiterführung Spiele, didaktische Methoden |
| März: | Reservezeit für Umsetzung |
| April: | SCHILF in HTL Mödling zu Individualisierungsmethoden |

3.2 Aktivitäten im Unterricht

Die eingesetzten Methoden sollen folgende Ziele erreichen:

- Das Verstehen des Lehrstoffes fördern
- Schülerinnen und Schüler in eine aktive Rolle bringen
- Abwechslung im Unterricht erzeugen
- Eventuell unterschiedliche Rollen und Schwierigkeitsgrade ermöglichen

3.2.1 Didaktische Methode "Eintragen einfacher Lösungen"

Der Einstieg in Fachgebiete wie Elektronik fällt unter anderem schwer, weil mehrere Hürden zusammenkommen:

- Das Verstehen der Zusammenhänge in einer Schaltung
- Die Berechnung um konkrete Ergebnisse zu erhalten
- "Unschöne" Zahlen wie mikro, nano oder kilo

Eine sinnvolle Maßnahme ist daher, diese Hürden zu trennen (siehe Bilder 1, 2). Man beschäftigt sich zuerst nur mit dem Verstehen der Schaltung. Allerdings werden Ergebnisse eingetragen, man kann aber dort beginnen, wo der Lösungsweg am einfachsten erscheint, und verwendet lauter einfache Zahlen und Werte, damit das Rechnen keine Belastung darstellt. Diese Methode ist nicht neu, sie wird hier aber ganz gezielt als Stufe zum Verständnis einer Schaltung eingesetzt.

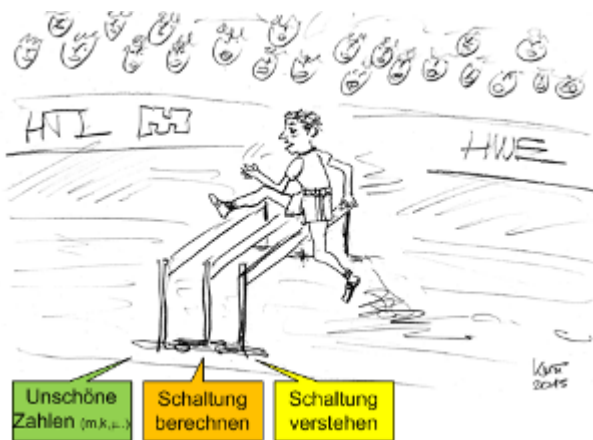


Bild 1 Hürdenlauf

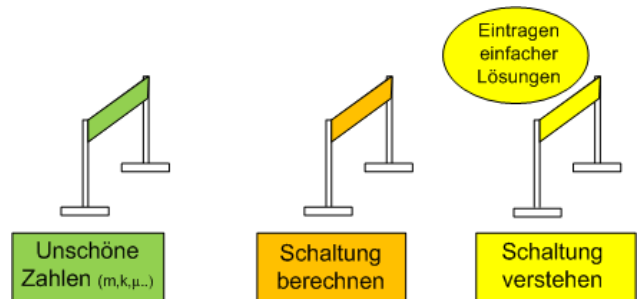


Bild 2 Hürden trennen

Dies soll an einem Beispiel demonstriert werden. Zwei Quellen mit Innenwiderständen speisen einen gemeinsamen Verbraucher (in der Mitte). Üblicherweise sind die Quellenspannungen und die Widerstände gegeben, und die Ströme gesucht (Bild 3). Dies führt zu einem Gleichungssystem das gelöst werden muss. Mit dem "Eintragen einfacher Lösungen" beginnen wir zunächst mit der Schaltung ohne Vorgaben (Bild 4), starten mit Eintragungen zum Beispiel in der Mitte mit einfachen Zahlen (Bild 5) und gehen stufenweise nach außen bis alle Komponenten und die Ströme einen Wert haben (siehe Bilder 6 bis 8). Dadurch ergibt sich ein Verständnis bezüglich der Zusammenhänge in der Schaltung ohne mathematische Hürden. Man kann verschiedene Versionen in rascher Abfolge erstellen und diskutieren. Erst wenn dieses Verständnis da ist, geht man zur üblichen Aufgabenstellung mit mathematisch aufwendigerer Lösung über.

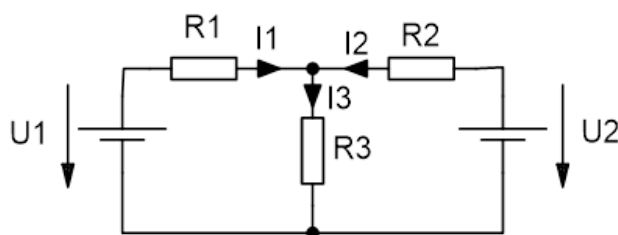


Bild 1 Übliche Angabe

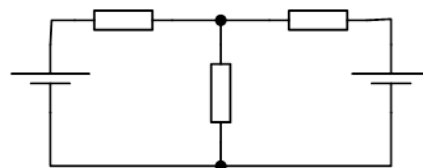


Bild 2 Schaltung ohne Bauteilangaben

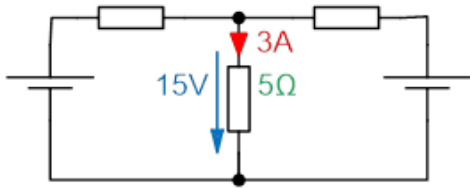


Bild 5 Beginn der Eintragungen

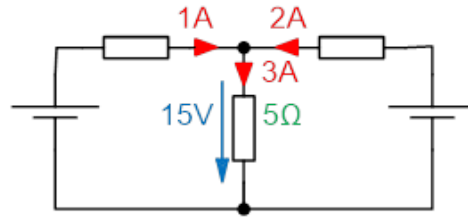


Bild 6 Fortsetzung mit Knotenregel

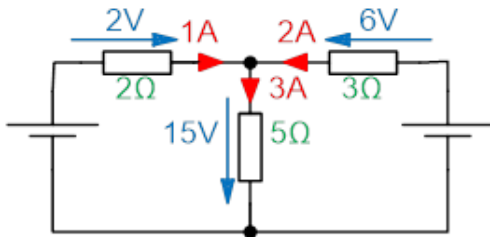


Bild 7 Fortsetzung mit Spannungsabfällen

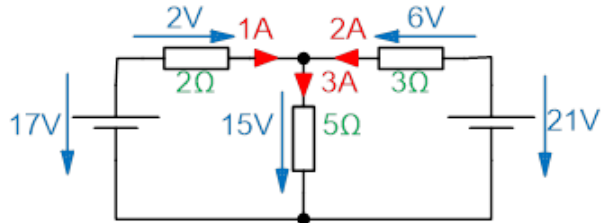


Bild 8 Spannung der Quellen

Um den Schwierigkeitsgrad zu steigern, können am Beginn gewisse Größen vorgegeben werden. Dadurch müssen weitere Eintragungen mit diesen Vorgaben zusammenpassen (siehe Bild 9, die Spannungsquellen haben vorgegebene Werte).

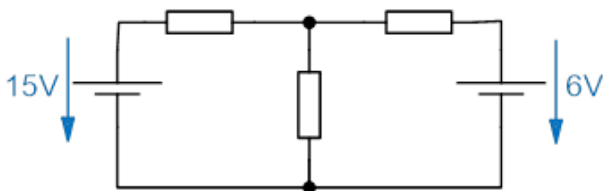


Bild 9 einige Vorgaben



Bild 10 Logo für die Methode

Auflistung der Vorteile:

- Trennung der Hürden (siehe oben)
- Es können unterschiedliche Lösungen in kurzer Zeit eingetragen werden
- Jeder Schüler und jede Schülerin kann ihre eigene Lösung behandeln
- Es gibt mögliche und unmögliche Lösungen (steigert Verständnis)
- Die Bearbeitung kann in Gruppen erfolgen mit Rollenverteilungen
- Der Schwierigkeitsgrad kann gesteigert werden, indem Vorgaben eingetragen werden.
- Schülerinnen und Schüler können sich selbst Aufgaben mit Lösungen erzeugen, die sie danach in der Aufgabenstellung ohne Lösung rechnen und kontrollieren.

Um die oft benutzte Methode von der sperrigen Bezeichnung "Eintragen einfacher Lösungen" zu entlasten wurde das Kürzel "EEL" eingeführt und schließlich ein Logo verwendet (siehe Bild 10). Dies hat

die Schülerinnen und Schüler erheitert und soll signalisieren: "Wenn du ein Strichmännchen zeichnen kannst, kannst du auch einfache Lösungen eintragen".

3.2.2 Spiele

Es fordert einige Kreativität Spiele zu erfinden, die bei den Schülerinnen und Schülern ankommen und doch konkrete Beiträge zur Erarbeitung der Grundlagen der Elektronik liefern. Im folgenden werden die entwickelten Spiele aufgelistet:

- Knotenregel-Spiel
- Maschenregel-Spiel
- Potential-Sudoku
- Widerstands-Kartenspiel
 - R-gesamt-Spiel
 - Spannungsteiler-Spiel
 - Stromteiler-Spiel
- Auflegenspiel Wechselstromwiderstände

Im Folgenden werden zwei Spiele näher beschrieben, weitere Spiele werden nur kurz vorgestellt.

3.2.2.1 Knotenregel-Spiel

Die Knotenregel ist ein Grundprinzip in elektrischen Stromkreisen. So wie beim Zusammentreffen von Wasserrohren, die nicht gedehnt werden können, müssen alle zu einer Verbindung zufließenden Wasserströme auch wieder abfließen (siehe Bild 11). Daher muß F_3 die Summe von F_1 und F_2 sein.

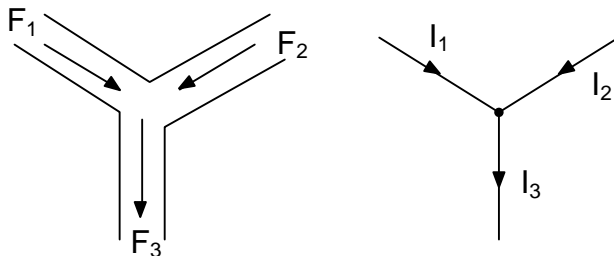


Bild 11 Knoten mit Rohren oder Stromleitungen

Ebenso verhält es sich mit den Ladungsträgern bei elektrischen Strömen. Daher muß erfüllt sein:

Summe der zufließenden Ströme = Summe der abfließenden Ströme.

Obwohl diese Regel sehr einfach ist, muß sie doch geübt und vertieft werden. Es gibt natürlich Variationen der Leiteranzahl eines Knotens und der Stromrichtungen.

Das folgende Knotenregelspiel ermöglicht das Üben in spielerischer Form. Auf einem Blatt gibt es ein Leiternetz mit vielen Knoten. An einer Stelle ist schon ein Strom vorgegeben (Bild 12). Jetzt beginnt eine Gruppe von Schülerinnen und Schülern (z. B. 3) mit dem Eintragen von Strömen in den einzelnen Leitern. Wenn kooperativ gespielt wird, erfolgt das Eintragen von dem Knoten mit dem vorgegebenen Strom aus beginnend über das ganze Netz. Es ist vorteilhaft, wenn die Teilnehmer unterschiedliche Farben verwenden.

Je nachdem, wieviele der Leiter zu einem Knoten schon eine Eintragung haben, muss der oder die neu Eintragende nachdenken, oder nicht (der letzte Strom in einem Knoten erfordert die Erfüllung der Knotenregel). Die Bilder 13 bis 15 zeigen die ersten Schritte der Eintragungen.

Wenn alle Eintragungen erledigt sind (Beispiel Bild 16), stellt sich die Frage, ob alles richtig ist. Es ergibt sich eine Möglichkeit der Prüfung. Das ganze Netz ist für die drei von außen kommenden Leiter natürlich auch ein Knoten, und daher müssen diese drei Ströme auch die Knotenregel erfüllen (siehe Bild 17).

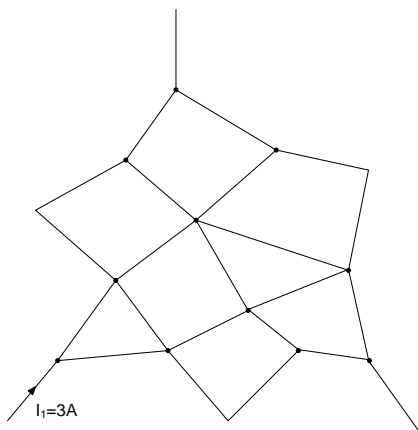


Bild 12 Angabe

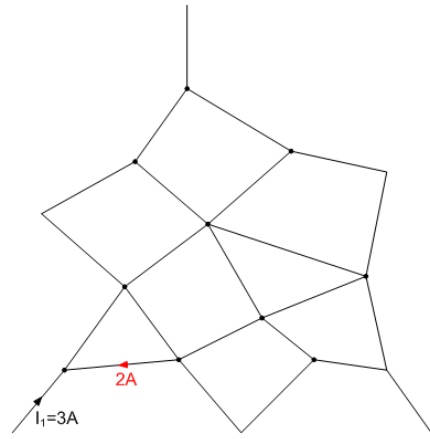


Bild 13 Erste Eintragung

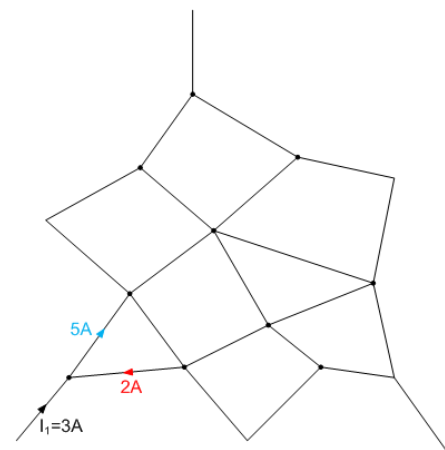


Bild 14 Zweite Eintragung

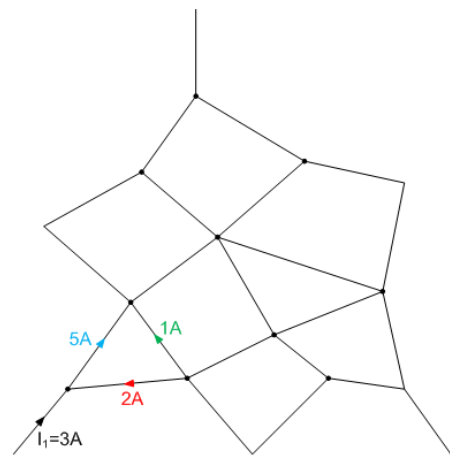


Bild 15 Dritte Eintragung

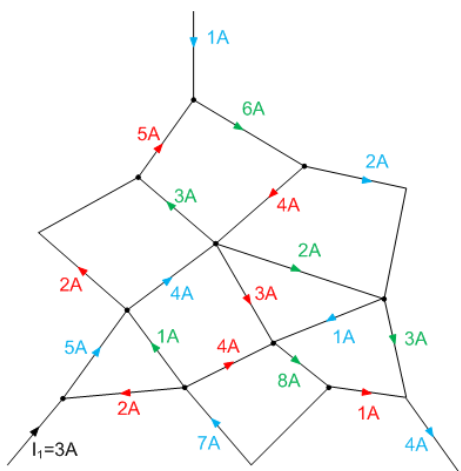


Bild 16 Alle Eintragungen

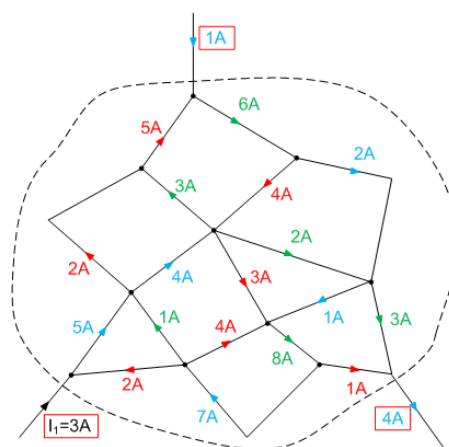


Bild 17 Kontrolle mit äußerer Knotenregel

Wenn das Knotenregelspiel nicht kooperativ gespielt wird, können die drei TeilnehmerInnen etwa an den verschiedenen Ecken mit ihren Eintragungen beginnen (siehe Bild 18, bei der letzten Eintragung des Stroms von außen muss schon die Knotenregel erfüllt werden). Wenn die Eintragungen einander näher kommen, muss rechtzeitig auf die Werte der anderen geachtet werden.

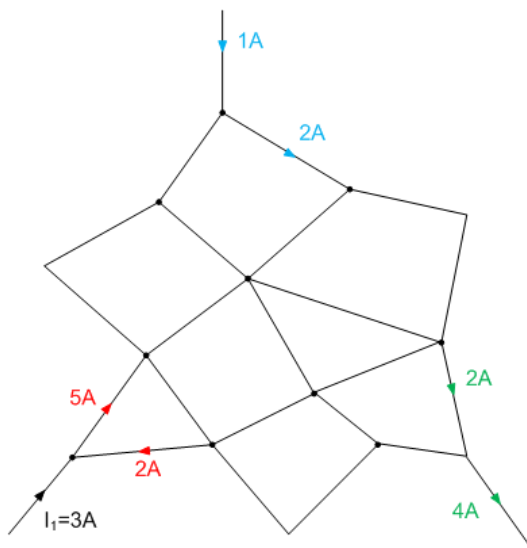


Bild 18 Beginn von den Ecken aus

Im Sinne der Individualisierung kann auch der Schwierigkeitsgrad verändert werden. Dies erreicht man zum Beispiel, indem man schon am Beginn mehrere Ströme vorgibt (siehe Bild 19). Dadurch muss viel früher und viel öfter nachgedacht werden (um die Knotenregel zu erfüllen).

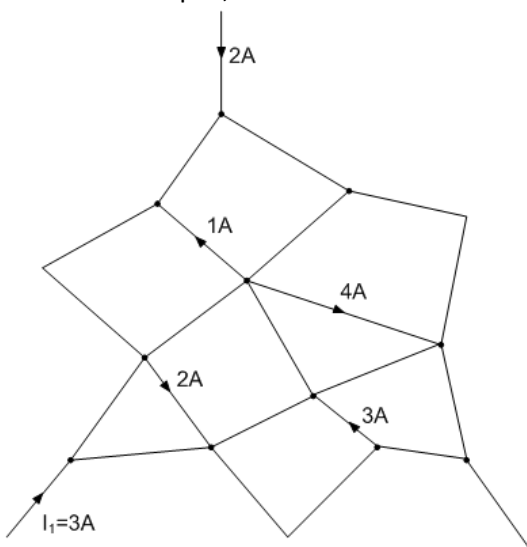


Bild 19 Teilweise Vorgaben

Abschließend betrachten wir, welche Ziele wir mit dem Spiel erreichen können:

- Üben der Knotenregel
- Abwechslung Eintragung ohne Nachdenken bzw. berechnete Eintragungen
- Verschiedenen Rollen (z.B. Spieler, Spielleiter)
- Unterschiedliche Schwierigkeitsgrade durch unterschiedliche Vorgaben oder unterschiedliche Spielregeln

3.2.2.2 Potential-Sudoku

In dem allseits bekannten Sudoku müssen Zahlen so eingetragen werden, dass in jeder Zeile, jeder Spalte, und in jedem Teilfeld die Zahlen 1...9 nur einmal vorkommen. Als Vorgabe sind einige Zahlen eingetragen.

Potentiale in einer elektronischen Schaltung sind die Spannungen der jeweiligen Punkte in der Schaltung gegen einen Bezugspunkt (genannt Masse). Ein Aspekt im Verstehen einer elektronischen Schaltung besteht im Erkennen von Potentialdifferenzen, hervorgerufen durch elektrische Größen und Bauelemente.

Die Vorgaben im Potential-Sudoku sind daher z.B. Eintragungen von Masse und Spannungsquellen. Betrachten wir am besten ein Beispiel:

Um die Lösung einfach zu halten ist das Sudoku in 4x4 – Größe gehalten (Bild 20). Die Eintragung der Potentiale 0, 1, 2, 3 ist so vorzunehmen, dass die 4 Zahlen in jeder Spalte, in jeder Zeile und in jedem Teilfeld (2x2) nur einmal vorkommen.

Wie schon vorhin erwähnt, besteht die Vorgabe durch die Eintragung von Masse, Verbindungen, Spannungsquellen und Spannungsabfällen (Bild 21).

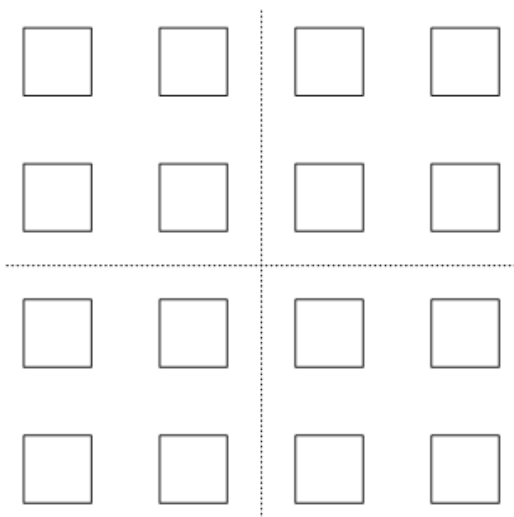


Bild 20 4x4 Sudoku

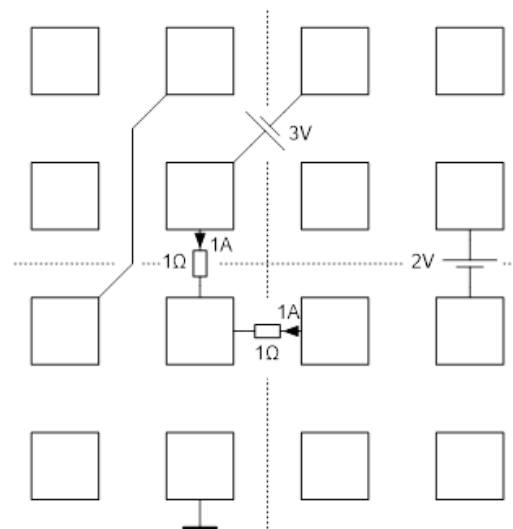


Bild 21 Angaben

Diese Vorgaben erlauben nun die Eintragung einiger Potentiale (Bild 22):

- Masse ergibt den Eintrag 0
- Die 3V Spannungsquelle kann nur bedeuten 0 und 3 an den richtigen Positionen.
- Die Spannungsabfälle an den Widerständen von $1\Omega \cdot 1A = 1V$ ergibt 2 und 3.

Als nächster Schritt können die Sudoku-Spielregeln angewendet werden, danach die 2V-Quelle (Bild 22, 23).

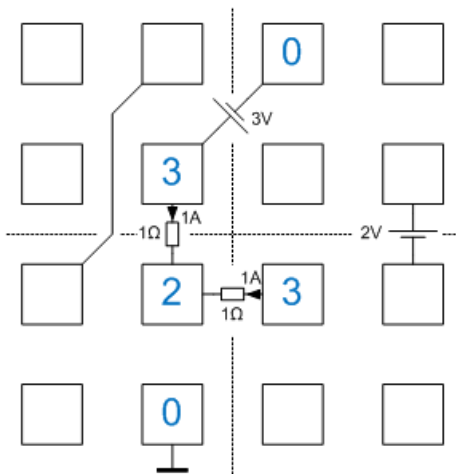


Bild 22 Erste Eintragungen

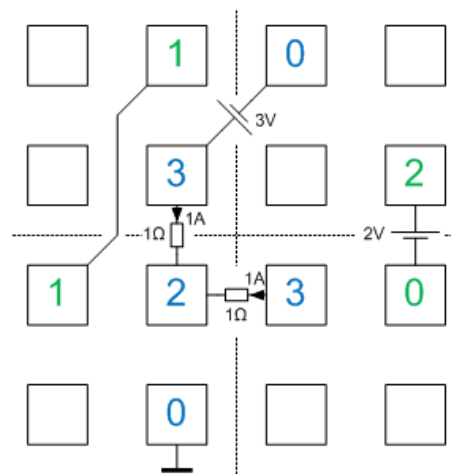


Bild 23 Sudoku Regeln und 2V Quelle

Danach geht es mit Sudoku Regeln bis zur fertigen Lösung (Bild 24).

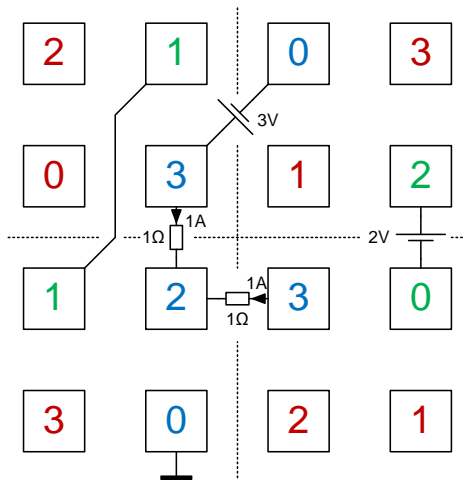


Bild 24 Fertige Lösung

Wenn ein Sudoku mit 4x4 Feldern als zu einfach gilt, kann man natürlich auch 6x6 Versionen oder 9x9 entwerfen.

Hier sei als Erfolg erwähnt, dass in Eigeninitiative einige gute Schülerinnen und Schüler ein 9x9 - Potential-Sudoku entworfen haben. Hier ist also typischerweise der Funken des Erfindens übersprungen.

3.2.2.3 Widerstands-Kartenspiele

Diese Spiele sollen hier nur in Kurzform beschrieben werden.

Widerstände sind häufig vorkommende Komponenten in elektronischen Schaltungen. Ihr Wert wird in Form von bunten Ringen mit einem Farb-Code aufgebracht. Weiters werden nicht alle beliebigen Werte von Widerständen produziert, sondern nur Werte die in entsprechenden Normreihen definiert sind. Um gewünschte Werte zu erreichen die in keiner Normreihe vorkommen, kann man mehrere Widerstände zusammenschalten (in Serie oder parallel).

Für die Widerstands-Kartenspiele haben die Schülerinnen und Schüler Spielkarten für Widerstandswerte gezeichnet (Bild 25). Es wurden mehrere Sätze von 1k Ω bis 10k Ω erstellt.

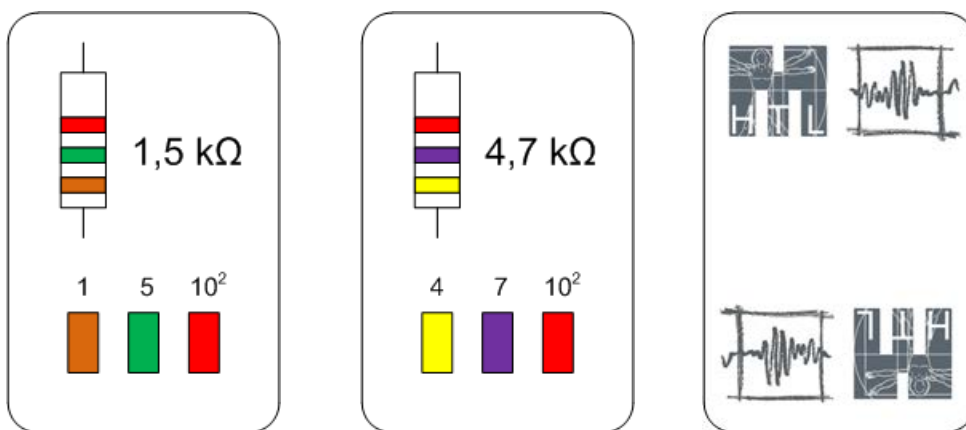


Bild 23 Widerstandskarten

Mit diesen Karten können nun verschiedene Spiele gespielt werden:

- Gesamt-Widerstand Spiel
- Spannungsteiler Spiel
- Stromteiler Spiel

In jedem Fall erhalten die SpielerInnen je einige Karten und müssen durch geeignetes Auflegen gewissen Zielwerten nahekommen.

Ziele die erreicht werden:

- Kennenlernen des Farb-Codes
- Kennenlernen der Werte laut Normreihe
- Spass durch Zufall gegen Strategie
- Verschiedenen Rollen (z.B. Spieler, Spielleiter)
- Nachrechnen "wer hat gewonnen" oder "hätte ich etwas besser machen können"
- Unterschiedliche Schwierigkeitsgrade durch unterschiedliche Spielregeln

3.2.2.4 Auflegespiel für Wechselstromwiderstände

In der zweiten Klasse wird die Wechselstromtechnik begonnen, und die Wechselstromwiderstände der Bauelemente Widerstand, Kondensator und Spule, sowie deren Zusammenschaltungen werden in verschiedenen Darstellungsweisen behandelt.

Bei dem Auflegespiel geht es darum, die richtigen Formeln, Diagramme und Verhaltensformen den richtigen Bauelementen und Schaltungen zuzuordnen.

Die Spielerinnen und Spieler erhalten zufällig gezogene Karten und müssen sie an der richtigen Stelle auflegen (Bild 26).

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|--|------------------------------------|--|--|--|
| BAUELEMENT SCHALTUNG | | | | | | | | | |
| Z | R | $j\omega L$ | $-\frac{j}{\omega C}$ | $R + j\omega L$ | $\frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{j}{\omega L}}$ | $R - \frac{j}{\omega C}$ | $\frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{j}{\omega C}}$ | $R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})$ | $\frac{1}{\frac{1}{R} + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})}$ |
| Y | $\frac{1}{R}$ | $-\frac{j}{\omega L}$ | $j\omega C$ | $\frac{1}{R + j\omega L}$ | $\frac{1}{R} - \frac{j}{\omega L}$ | $\frac{1}{R - \frac{j}{\omega C}}$ | $\frac{1}{R} + j\omega C$ | $\frac{1}{R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})}$ | $\frac{1}{\frac{1}{R} + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})}$ |
| ZÄHNER- WAGEN | | | | | | | | | |
| ORTS- KURVE | | | | | | | | | |
| AMPLITUDEN- GANG | | | | | | | | | |
| PHASEN- GANG | | | | | | | | | |
| ω_g, ω_0 | - | - | - | $\frac{R}{L}$ | $\frac{R}{L}$ | $\frac{1}{RC}$ | $\frac{1}{RC}$ | $\frac{1}{LC}$ | $\frac{1}{LC}$ |
| VERHALTEN BEI $f \uparrow$ (Z) | $Z =$ | $Z \uparrow$ | $Z \downarrow$ | $Z \uparrow$ | $Z \uparrow$ | $Z \downarrow$ | $Z \downarrow$ | $Z \uparrow$ | $Z \downarrow$ |

Bild 26 Auflegespiel Wechselstromwiderstände

Ziele die erreicht werden:

- Kennenlernen aller Beschreibungsformen
- Erkennen von Zusammenhängen, Gemeinsamkeiten und Gegensätzen

Möglichkeiten der Differenzierung:

- Verschiedenen Rollen (z.B. Spieler, Spielleiter)
- Unterschiedliche Schwierigkeitsgrade durch unterschiedliche Spielregeln
- Weglassen von Spalten und Zeilen, wenn sie im Unterricht noch nicht vorgekommen sind

3.2.3 Versuche

Der Einbau von Versuchen in den naturwissenschaftlichen Unterricht ist ein übliches Konzept. In der HTL ist ab dem ersten Jahrgang der Werkstättenunterricht und ab dem dritten Jahrgang zusätzlich der Laborunterricht vorgesehen. Dadurch wird gewährleistet, dass die theoretischen Kenntnisse auch angewandt werden. Trotzdem ist es vorteilhaft, wenn begleitend zum Theorieunterricht zu gewissen Themen eine Verbesserung des Verständnisses durch genau dazupassende Versuche erreicht wird.

In früheren Jahren gab es den Ansatz, dass jede Schülerin und jeder Schüler eine kleine Ausrüstung mit Bauteilen, Steckernetzteil und Multimeter anschaffte, und damit in der Lage war, kleine Versuche selbst zu machen. Die Ergebnisse waren gemischt. Probleme ergaben sich durch Defekte bzw. Fehlbedienungen und auch der Zeitaufwand war groß. Andererseits rückt der vom Lehrer durchgeführte Versuch die SchülerInnen wieder nur in die Zuschauerrolle.

Bei diesem Projekt wurde daher eine vorbereitete Versuchsumgebung gewählt. Es wurden Themen ausgesucht, die durch einen Versuch mehr Klarheit erhalten sollten. Eine Reihe solcher Versuche wurden durch die betreuenden Lehrer im Labor aufgebaut, und die Schülerinnen und Schüler führten die Versuche gruppenweise im Stationenbetrieb durch.

In jeder Gruppe wird folgendermaßen vorgegangen:

- Die Schülerinnen und Schüler erhalten am Beginn eine Beschreibung des Versuchs, die erwarteten Aktivitäten und einen Hinweis für das Sichern der Ergebnisse.
- Der betreuende Lehrer klärt noch offene Fragen und ist beim Einschalten dabei.
- Die Schülerinnen und Schüler führen die vorgesehenen Aktivitäten und die Aufzeichnung der Ergebnisse allein durch, bei Problemen können sie den Lehrer zu sich rufen.
- Vor dem Wechsel zu einem neuen Versuch werden die Ergebnisse kurz betrachtet und etwaige Fragen behandelt.

Durch diese Vorgangsweise können folgende Ziele erreicht werden:

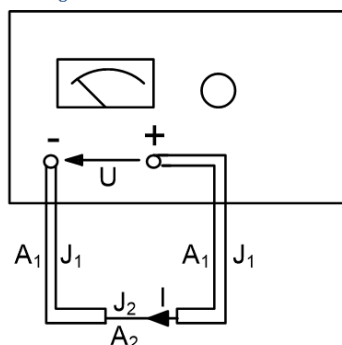
- Versuche zu jenen Themen die eine zusätzliche Betrachtung brauchen
- Wenig Probleme durch vorbereitete Aufbauten
- Geringer Zeitbedarf

Im Folgenden sollen einige Beispiele die Themen illustrieren:

VERSUCH 1

Stromdichte - Erhitzung

Schaltung:



Der Strom I wird durch Leiter mit verschiedenen Querschnitten geführt. Dadurch ergeben sich unterschiedliche Stromdichten und unterschiedliche Erhitzungen.

$$A_1 = 2,5 \text{ mm}^2, \quad d_2 = \dots \text{ mm}, \quad A_2 = \dots \text{ mm}^2$$

$$J_1 = I/A_1$$

$$J_2 = I/A_2$$

Ergebnis:

Erhitzung bei J_2 (A_2) bei $I = \dots \text{ A}$ deutlich zu bemerken.

$$J_2 = \dots \text{ A/mm}^2$$

Bild 28 Ergebnisblatt für Stromdichte

Bild 27 Schaltung für Stromdichte

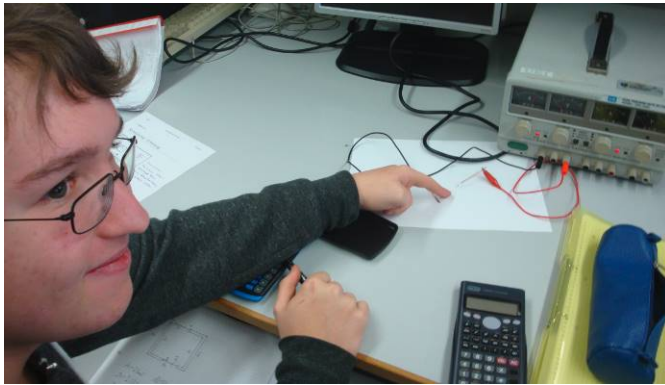
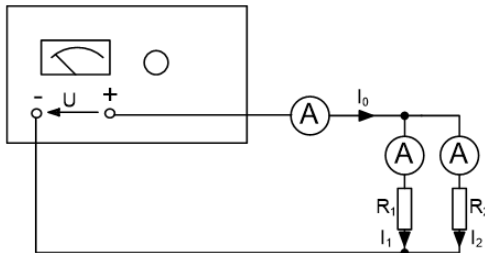


Bild 29 Versuch zu Stromdichte

VERSUCH 3

Knotenregel Stromteilung

Schaltung:



Der Strom I_0 teilt sich auf in I_1 und I_2 . Die Aufteilung wird durch die Widerstandswerte R_1 und R_2 bestimmt.

Knotenregel: $I_0 = I_1 + I_2$

Stromteilerregel: $I_1 = I_0 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$ $I_2 = I_0 \cdot R_1 / (R_1 + R_2)$

Ergebnis:

Werte im Versuch:

Quelle: $U = \dots\dots\dots V$ $R_1 = \dots\dots\dots \Omega$ $R_2 = \dots\dots\dots \Omega$

$I_0 = \dots\dots\dots$ $I_1 = \dots\dots\dots$ $I_2 = \dots\dots\dots$

Erfüllung der Knotenregel:

Erfüllung der Stromteilerregel:

Stimmt ohmsches Gesetz?

Bild 31 Ergebnisblatt zu Knotenregel

Bild 30 Schaltung zu Knotenregel

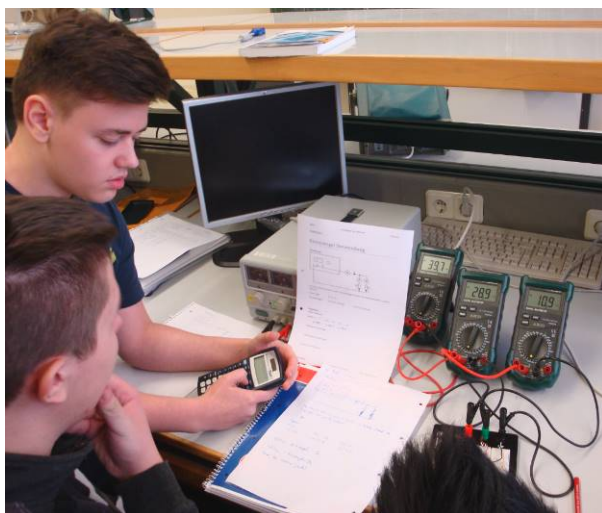


Bild 32 Versuch zu Knotenregel

3.2.4 Arbeitsaufträge

Als weitere Methode die Schülerinnen und Schüler aktiver in den Unterricht einzubinden, wurde auch die klassische Variante mit Arbeitsaufträgen eingesetzt. Da diese Arbeitsweise sehr bekannt ist, soll sie hier nur kurz dargestellt werden.

In den Arbeitsaufträgen werden folgende Phasen unterschieden:

- Think (Einzelarbeit) Was kann ich schon alleine
- Pair (Partnerarbeit) Was kann ich ergänzen, was kann ich bei der anderen Arbeit anmerken, was wird uns miteinander klar
- Share (Gruppenarbeit) Wie wird das Thema optimal behandelt und evt. präsentiert

Als konkretes Beispiel soll hier ein Gruppenpuzzle zum Thema "Leitungsmechanismen für den elektrischen Strom" genannt werden. Als schriftliche Unterlage dienen die entsprechenden Kapitel im Buch "Grundlagen der Elektrotechnik 1". Es wird folgende Unterteilung in Einzelthemen vorgenommen:

1. Leitung in Metallen
2. Leitung in Halbleitern
3. Leitung in Elektrolyten
4. Leitung in Gasen
5. Leitung im Vakuum

Als erstes werden die genannten Themen in jeder Stammgruppe verteilt und in Einzelarbeit aufbereitet (Bild 33).

Danach bilden sich die Expertengruppen zu jedem Thema, und die Aufzeichnungen werden vervollständigt und Unklarheiten besprochen (Bild 34).

Im Weiteren wird in den Stammgruppen vom jeweiligen Experten / von der jeweiligen Expertin das entsprechende Thema den anderen Gruppenmitgliedern präsentiert, sodass am Schluss alle über alle Themen informiert sind (Bild33).

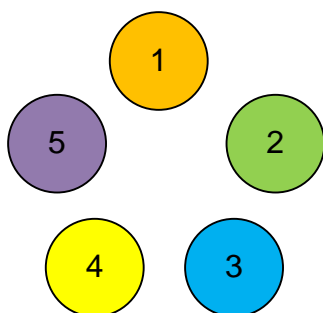


Bild 33 Themen in Stammgruppe

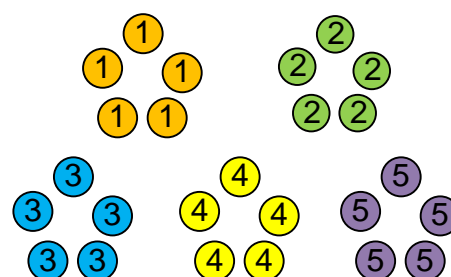


Bild 34 Expertengruppen

3.3 Gender

Da in diesem Projekt verschiedene Formen der Unterrichtsgestaltung angewandt wurden, war es naheliegend, die Schülerinnen zu befragen, ob eine der Unterrichtsformen speziell für Mädchen attraktiv ist. Dies erfolgte in einer Besprechung gemeinsam mit der Gender-Beauftragten der Abteilung. Dabei ergab sich, dass die Mädchen keiner speziellen Unterrichtsform den Vorzug geben.

Es wurde im Weiteren noch erhoben, ob die geringe Anzahl der Mädchen in den Klassen der Abteilung in irgendeiner Weise Probleme bereitet. Hier ergaben sich zwei Aspekte:

- Es kommt offenbar immer wieder vor, dass Mädchen bei einer Informationsausgabe nicht anwesend sind (z.B. sind noch nicht vom Turnen zurück)
- Die Mädchen stellen sich am Beginn die Frage, wie sie von der Mehrheit der Burschen behandelt werden.

Beide Probleme wurden daher in einer Pädagogischen Konferenz nochmals mit den Lehrerinnen und Lehrern besprochen.

3.4 Verbreitung

Abgesehen von diesem Bericht werden die entwickelten Methoden schulintern und österreichweit vorgestellt.

a. Schulintern

In der Abteilung werden die Methoden in pädagogischen Konferenzen vorgestellt und im Weiteren dem interessierten Kreis von Lehrkräften im Detail präsentiert und ausprobiert.

Schulweit ist eine SCHILF über Individualisierungsmethoden geplant (29. April 2016), bei dem auch die Ergebnisse dieses Projekts vorgestellt werden (referiert von Herbert Kuttelwascher).

Beim Tag der offenen Tür wurde von der ersten Klasse ein Platz gestaltet, bei dem mit Interessierten das Knotenregelspiel gespielt wurde, und das IMST-Projekt mit einem Plakat dargestellt wurde.



Bild 35 Knotenregelspiel wird präsentiert

b. Österreichweit:

Jedes Jahr im Herbst findet ein Treffen der Abteilungsvorstände der HTLs für den Bereich Elektronik und Technische Informatik österreichweit statt. Es ist vorgesehen bei dieser Veranstaltung dieses Projekt vorzustellen.

4 EVALUATIONSMETHODEN

Folgende Evaluationsmethoden wurden zu den Zielen auf SchülerInnen-Ebene und auf LehrerInnen-Ebene verwendet:

4.1 Einpunktabfrage im Koordinatensystem

Damit wurden je zwei Fragen zu folgenden Komponenten betreffend Schülerinnen und Schüler abgefragt:

- Eintragen einfacher Lösungen (Didaktik-Methode)
- Spiele
- Versuche
- Einzel-/Partner-/Gruppenarbeit

Da die Schülerinnen und Schüler auch im Unterricht oft mit x-y-Diagrammen zu tun haben, erscheint diese Methode angebracht.

4.2 Noten im Semester

Diese Betrachtung stellt die messbaren Ergebnisse bei den Noten in den Vordergrund. Damit soll die Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler in Verständnis und Kompetenzen dargestellt werden. Es wurde der Notendurchschnitt im Gegenstand Hardwareentwicklung der Halbjahres-Schulnachricht mit den Vorjahren verglichen und auch in Relation zum Gesamt-Notendurchschnitt der Klassen gesetzt.

4.3 Fragebogen

Zu den Zielen auf Lehrerinnen- und Lehrerebene wurde ein Fragebogen konzipiert und ausgewertet.

4.4 Beobachtungen

Die betreuenden Lehrer haben bei besonderen Phasen der einzelnen Methoden das Verhalten der Schüler beobachtet und die wesentlichen Ergebnisse festgehalten.

5 ERGEBNISSE

5.1 Ergebnisse zu Kompetenz der SchülerInnen

In der folgenden Tabelle (Bild 36) wird eine Auflistung des Notendurchschnitts der Klassen der letzten vier Jahre aufgelistet. Es wird sowohl der Durchschnitt im Gegenstand HWE (Hardwareentwicklung) als auch der Durchschnitt aller Noten angegeben. Die Anzahl der SchülerInnen ist zusätzlich eingetragen.

Es soll hier deutlich erwähnt werden, dass der Notenvergleich von verschiedenen Jahrgängen in jedem Fall mit Einschränkungen zu bewerten ist. Wir haben nicht so eindeutige Standards für die Prüfungen, dass alle Schüler für eine gewisse Note die exakt gleichen Leistungen erbringen müssen.

Wir wollen aber zumindest den Blick auf die (harten) Fakten – und dies sind bei uns nun einmal die Noten - nicht scheuen. Wenn die eingesetzten Methoden bei verschiedenen Beobachtungen eine positive Auswirkung zeigen, könnte dieser Effekt eventuell auch bei den Noten erkennbar sein.

Generell sieht man, dass der Durchschnitt in HWE schlechter liegt als der Gesamtdurchschnitt. Dies ergibt sich dadurch, dass HWE zu den schwierigen Fächern zählt.

Es ist abzulesen, dass die 1AHEL im WS2015 deutlich bessere Werte - insbesondere in HWE zeigt. Wir wollen daraus wie oben angeführt jedoch nur schließen, dass die eingesetzten Methoden zumindest positive Einflüsse bewirkt haben.

| Semester | 1AHEL | | | 1BHEL | | |
|----------|---------------------|------------------|---------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| | Anzahl SchülerInnen | Durchschnitt HWE | Durchschnitt Gesamt | Anzahl SchülerInnen | Durchschnitt HWE | Durchschnitt Gesamt |
| WS2011 | 30 | 2,93 | 2,53 | 28 | 3,6 | 2,73 |
| SS2012 | 31 | 3,19 | 2,63 | 27 | 3,37 | 2,8 |
| WS2012 | 31 | 3,03 | 2,71 | 29 | 3,38 | 2,55 |
| SS2013 | 31 | 3,16 | 2,85 | 30 | 3,57 | 2,72 |
| WS2013 | 23 | 3,96 | 2,76 | 31 | 3,58 | 2,95 |
| SS2014 | 18 | 3,5 | 2,43 | 28 | 3,64 | 2,89 |
| WS2014 | 34 | 3,47 | 2,83 | 34 | 3,56 | 2,83 |
| SS2015 | 33 | 3,52 | 2,65 | 33 | 3,7 | 2,87 |
| WS2015 | 34 | 2,34 | 2,23 | 33 | 2,97 | 2,65 |

Bild 36 Notendurchschnitt der letzten Jahre

5.2 Ergebnisse zu Einstellung der SchülerInnen

Zu diesem Bereich wurden die Einpunktabfragen im Koordinatensystem gewählt. Die Eintragungen wurden ohne Anwesenheit von Lehrern vorgenommen, daher gibt es einige Punkte die Spaßhalber außerhalb des Feldes angebracht wurden.

Zu speziellen Ereignissen wurden auch Beobachtungen durchgeführt.

5.2.1 Ergebnis zu Eintragen einfacher Lösungen

Das Bild 37 zeigt die Ergebnisse in der 1AHEL. Hier zur Verdeutlichung die Fragen:

x-Achse: hilft mir beim Verstehen von Schaltungen

y-Achse: wende ich eigenständig an

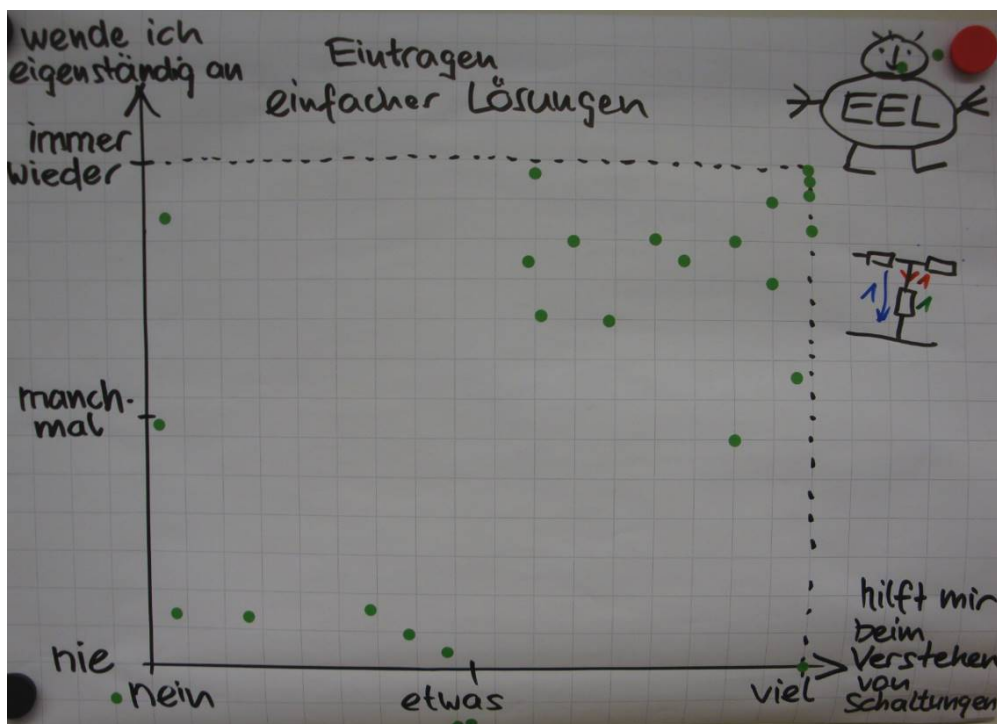


Bild 37 Einpunktabfrage für Eintragen einfacher Lösungen 1AHEL

Man erkennt, dass für eine deutliche Mehrheit die Hilfe beim Verständnis gegeben ist, und die Methode auch eigenständig angewandt wird.

5.2.2 Ergebnis zu Spielen

Das Bild 38 zeigt die Ergebnisse in der 1AHEL. Hier zur Verdeutlichung die Fragen:

x-Achse: hilft mir beim Verstehen

y-Achse: Spaß, Abwechslung

Hier ist zu erkennen, dass Spaß und Abwechslung sehr eindeutig mit Ja beantwortet wird, aber auch die Hilfe beim Verstehen ist mit großer Mehrheit gegeben.

Die Beobachtung der Schülerinnen und Schüler zeigt, dass in manchen Gruppen relativ bald die Spielregeln modifiziert werden. Dies tritt vermehrt bei leistungsstärkeren SchülerInnen auf. Das ist auch sinnvoll, um Langeweile nicht aufkommen zu lassen. Ebenso erfüllt es die Intentionen der Individualisierung. Leistungsschwächere SchülerInnen spielen öfter mit gleichen Regeln um das Verständnis zu festigen.

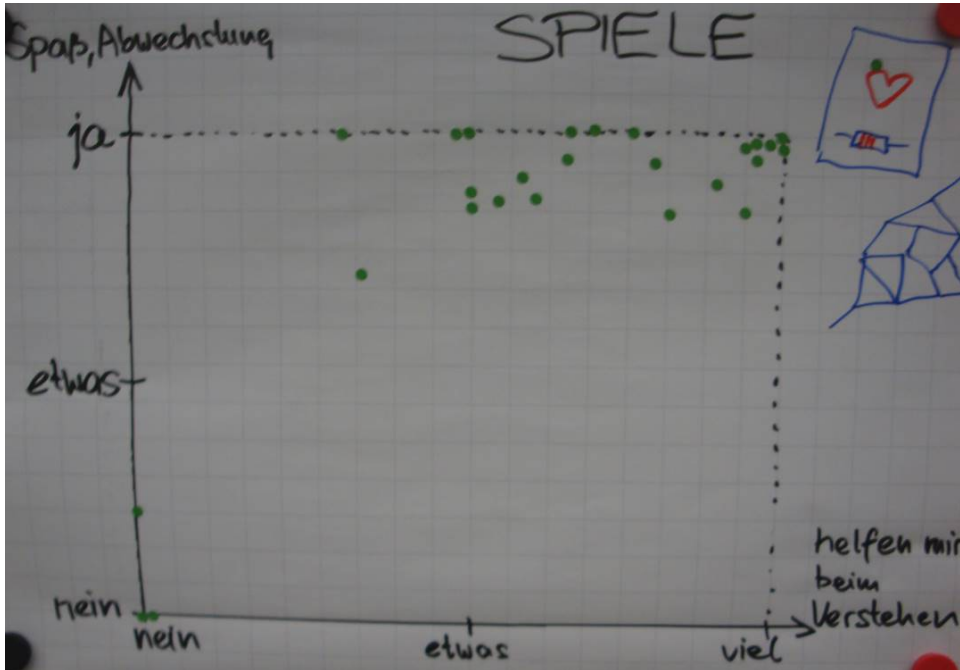


Bild 38 Einpunktabfrage für Spiele 1AHEL

In der 2AHEL wurden ebenfalls die Spiele abgefragt. Bild 39 zeigt die Ergebnisse.

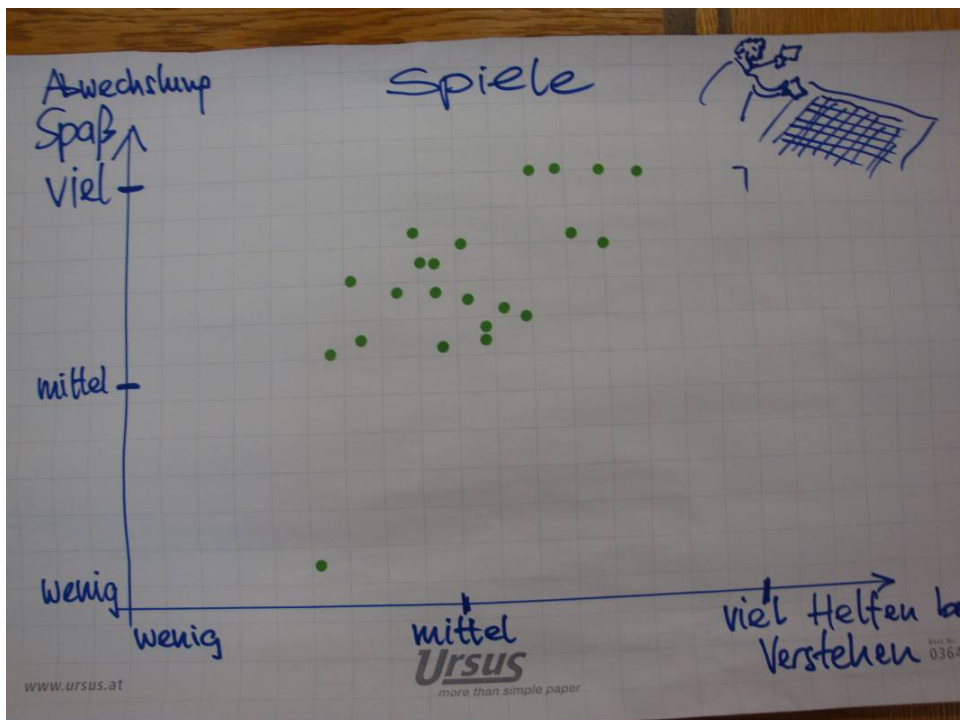


Bild 39 Einpunktabfrage für Spiele 2AHEL

Da in der 2AHEL weniger Zeit für die Spiele eingesetzt wurde, ist die Hilfe beim Verstehen nicht so eindeutig beantwortet. Abwechslung und Spaß werden jedoch eindeutig wahrgenommen.

5.2.3 Ergebnis zu Versuchen

Das Bild 39 zeigt die Ergebnisse. Hier zur Verdeutlichung die Fragen:

x-Achse: hilft mir beim Verstehen

y-Achse: hat mir gefallen

Die Versuche haben den Schülerinnen und Schülern sehr eindeutig gefallen, aber auch die Hilfe beim Verstehen wird mehrheitlich empfunden.

Beobachtet wurde eine engagierte Diskussion der Schülerinnen und Schüler über die Ergebnisse und Versuchsanordnung innerhalb der Gruppen.

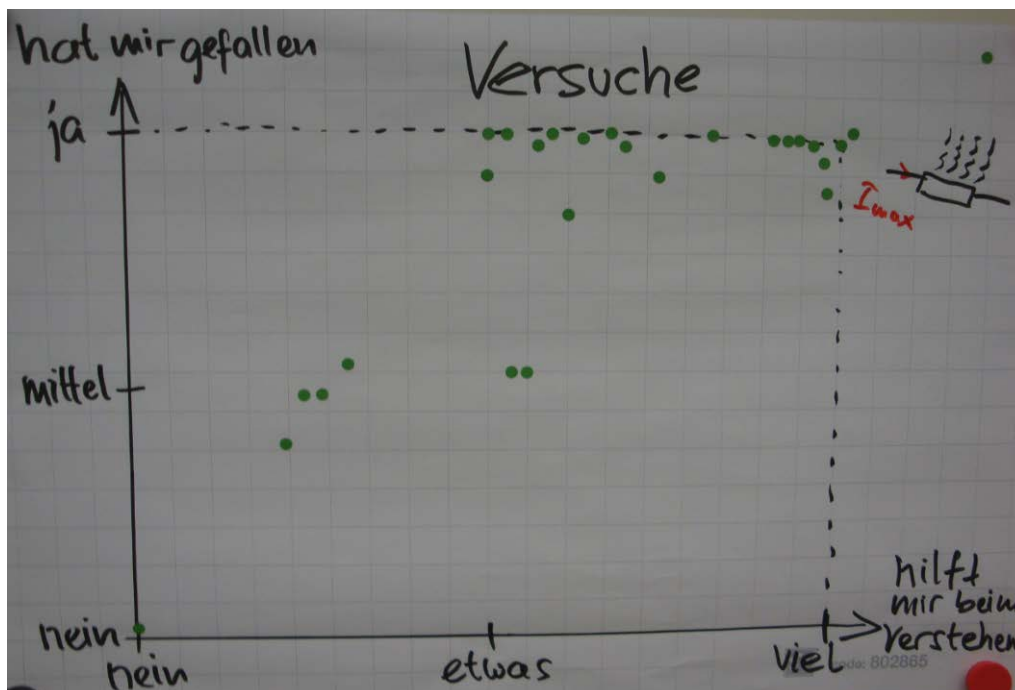


Bild 40 Einpunktabfrage für Versuche 1AHEL

5.2.4 Ergebnis zu Einzel-/Partner-/Gruppenarbeit

Das Bild 41 zeigt die Ergebnisse für die 1AHEL, Bild 42 für die 2AHEL. Hier zur Verdeutlichung die Abfragen:

x-Achse: ich lerne dabei etwas

y-Achse: ich merke was ich kann

Mehrheitlich wird diese Arbeitsweise als hilfreich für die Selbsteinschätzung und für das Lernen empfunden.

Die Schülerinnen und Schüler wurden bei der Partner und Gruppenarbeit beobachtet. Im Wesentlichen ist das Engagement erfreulich. Allerdings dauert es Monate, bis die Lautstärke in den Gruppen etwas reduziert wird. Wir haben als betreuende Lehrer weitgehend auf Eingriffe verzichtet, um das Prinzip der Selbstgestaltung nicht zu beschädigen.

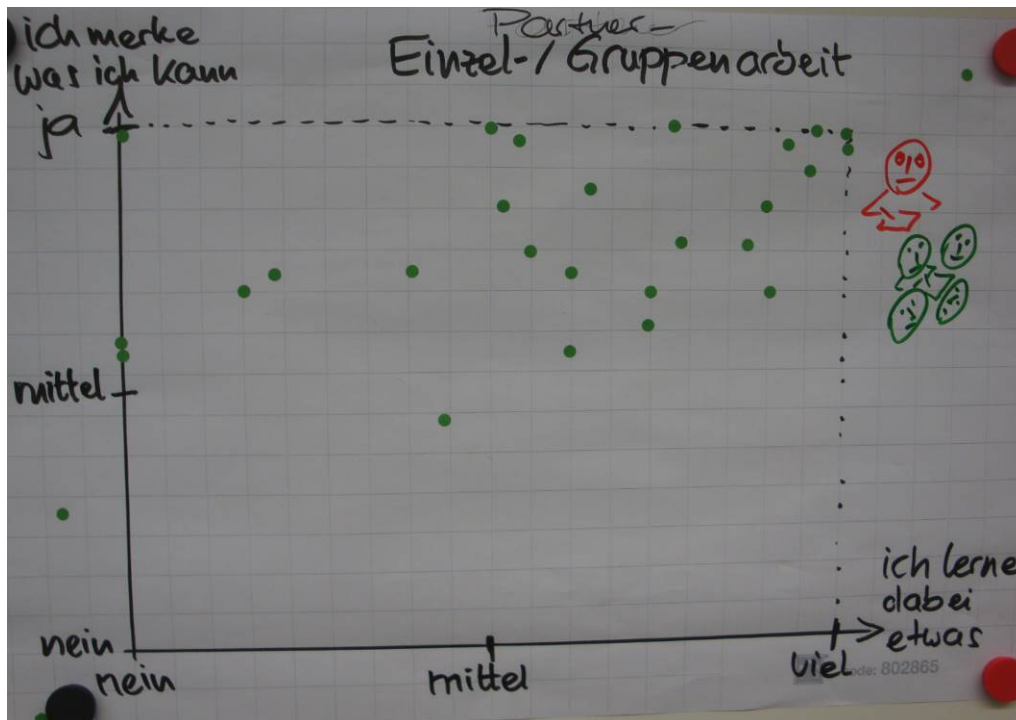


Bild 41 Einpunktabfrage für Einzel- /Partner- /Gruppenarbeit 1AHEL

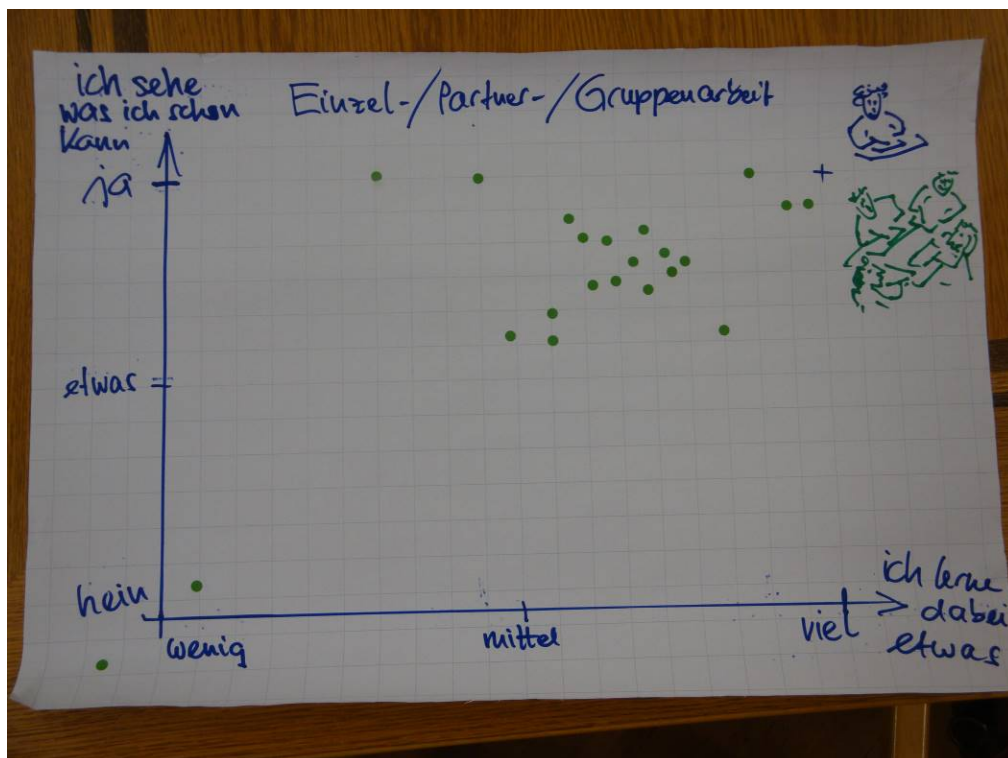


Bild 42 Einpunktabfrage für Einzel- /Partner- /Gruppenarbeit 2AHEL

Bei der Vorbereitung von Präsentationen der einzelnen Gruppen zeigt sich, dass das Gestalten von Plakaten am Beginn eine schwierige Aufgabe darstellt. Die Scheu, mit dem dicken Marker bleibende Schriften bzw. Zeichnungen zügig zu erstellen, ist groß. Der Wunsch, zuerst alles mit Bleistift zu skizzieren, wird zögerlich abgelegt.

5.3 Ergebnisse zu Verbreitung

Der Fragebogen für Lehrer, die in Grundlagen der Elektronik eingesetzt werden, hatte folgende Fragen, und brachte folgende Ergebnisse (ausgeteilt:8 Rücklauf:7)

| Aussage | Stimme voll zu | Stimme eher zu | Stimme eher nicht zu | Stimme gar nicht zu |
|---|----------------|----------------|----------------------|---------------------|
| Ich wurde über die Lernmethoden des IMST-Projekts geeignet informiert. | 5 | 2 | | |
| Ich finde die Methode „Eintragen einfacher Lösungen“ geeignet für den Einstieg der SchülerInnen in HWE. | 6 | 1 | | |
| Ich kann mir den Einsatz von „Eintragen einfacher Lösungen“ vorstellen, wenn ich wieder HWE in der 1. Klasse unterrichte. | 5 | 2 | | |
| Das Lernen mit Spielen erscheint mir grundsätzlich sinnvoll. | 4 | 2 | 1 | |
| Spiele bringen Abwechslung und Spaß in den Unterricht. | 4 | 3 | | |
| Durch die Spiele können Lernen und Spaß verbunden werden. | 4 | 3 | | |
| Durch verschiedene Spielregeln können Spiele für verschieden leistungsfähige SchülerInnen angepasst werden. | 4 | 3 | | |
| Ich werde Spiele einsetzen, wenn ich wieder HWE in der 1. oder 2. Klasse unterrichte | 2 | 4 | 1 | |
| Die vorgestellten Spiele haben mich inspiriert, ebenfalls über mögliche Spiele nachzudenken. | 3 | 3 | 1 | |
| Einige Termine mit angeleiteten Versuchen im Labor helfen beim Verstehen und halten den Zeitaufwand in Grenzen. | 1 | 4 | 2 | |
| Ich werde auch angeleitet Versuche einsetzen, wenn ich HWE in der 1. oder 2. Klasse unterrichte. | 2 | 4 | 1 | |
| Die präsentierten Methoden verhindern die Einhaltung der Lehrstoffverteilung. | 1 | | 4 | 2 |
| Die Methoden sollten in angepasster Form auch in anderen Gegenständen eingesetzt werden. | 1 | 6 | | |

Für alle Fragen ergab sich eine deutliche Mehrheit auf der Seite der Zustimmung. Auch die Bedenken bezüglich Einhaltung des Lehrstoffes wurden mehrheitlich nicht geteilt.

Die SCHILF vom 29.4.2016 an der HTL-Mödling brachte in einer Feedbackrunde am Schluss durchwegs positive Rückmeldungen. Besonders auffallend war, dass etwa das Knotenregel-Spiel von den Kolleginnen und Kollegen der Abteilung Umwelttechnik sofort auch für das Verstehen von den Verhältnissen bei Gerinnen in Betracht gezogen wurde. Somit ist ein schöner Erfolg eingetreten – nämlich andere Disziplinen zu animieren, auch über geeignete Spiele nachzudenken.

Auf der Homepage der Abteilung Elektronik und Technische Informatik der HTL Mödling (www.htl.moedling.at/ni Bildungsangebote, Individualisierung) wurde der Artikel ELEKTRONIK INDIVIDUALISIERT, IMST-Projekt im Schuljahr 2015/16 publiziert, der eine kurze Übersicht über das Projekt gibt.

6 DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK

Die Ergebnisse in den Semesternoten und in den Einpunktabfragen zeigen, dass sich die gewählten Methoden positiv auf den Unterrichtsertrag und die Zufriedenheit der Schülerinnen und Schüler mit dem Unterricht auswirken. Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, dass alle erwähnten Methoden mit dem Frontalunterricht gemischt wurden, und diesen nicht ersetzt haben. Bei schwierigen technischen und naturwissenschaftlichen Themen werden entscheidende Erkenntnisse weiterhin durch geeignete Erklärungen eines Lehrers im Frontalunterricht ermöglicht werden. Es unterstreicht jedoch die Wichtigkeit dieser Erklärungen und erhöht möglicherweise die Aufmerksamkeit, wenn sie nicht als andauernde Unterweisung, sondern nur als unterstützende Aktionen stattfinden.

Wenn man sich zu so einem Projekt als Einbettung in den laufenden Unterricht entschließt, ist die Frage nach Aufwand und Nutzen berechtigt und daher zu stellen. Es gibt natürlich etliche Komponenten wie Workshops und deren Vorbereitung sowie das Verfassen von Berichten, die nicht direkt mit den Schülerinnen und Schülern zu tun haben. Allerdings erfordert die Abwicklung als IMST-Projekt, die geplanten Aktivitäten zu einer gewissen Reife zu führen, sich gezielt mit den Ergebnissen zu beschäftigen und einiges zur Verbreitung zu unternehmen. Es wird daher verhindert, dass die Anstrengungen als Einzelaktivität untergehen.

In diesem Sinn erwägen einige beteiligte Lehrer nach einer schöpferischen Pause – in der andere Themen in den Vordergrund gestellt werden – etwa in einem Jahr eine Fortsetzung des Projekts in höheren Jahrgängen. Es ist sicher interessant, ob die vorgestellten Methoden in anderen Bereichen der Elektronik-Ausbildung auch Anwendung finden können, oder ob sie wesentliche Modifikationen erfahren müssen.

ANHANG

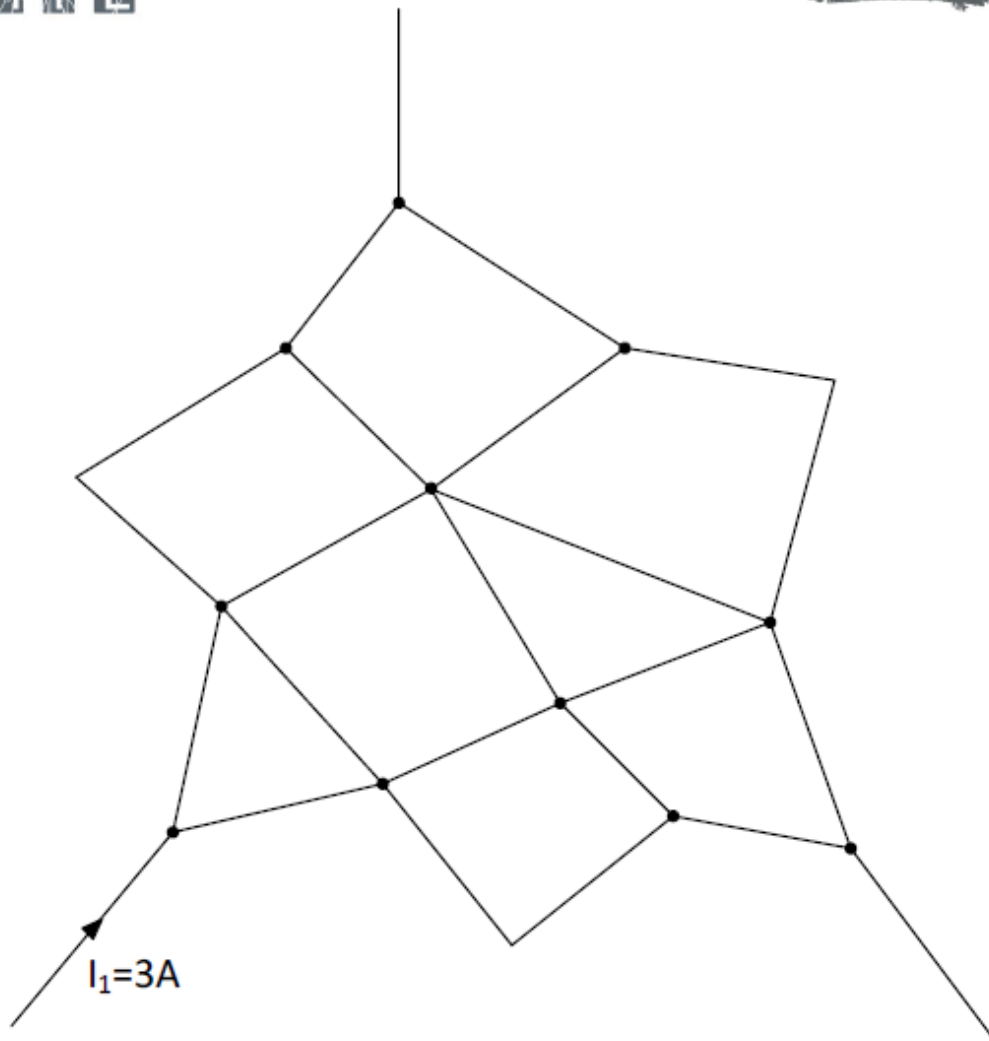
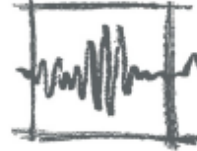
Individualisierung

Knotenregel

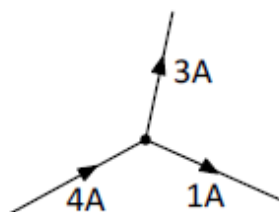
HWE1



KNOTENREGEL-SPIEL



Ausfüllen z.B.



Bearbeitung in der Gruppe

Bei korrekter Fertigstellung muss die Knotenregel auch in den äußeren Zuleitungen stimmen

Prof. Kuttelwascher

Elektronik u. techn. Informatik

2014