

# **Technische Allgemeinbildung in der Werkerziehung**

## **Diplomarbeit**

zur Erlangung des akademischen Grades  
„Mag. art.“ (Magister Artium)

in den Studienrichtungen  
Unterrichtsfach Werkerziehung & Unterrichtsfach Bildnerische Erziehung  
eingereicht an der Universität für angewandte Kunst Wien  
am Institut für Kunstwissenschaften, Kunstpädagogik und Kunstvermittlung

bei Hon.Prof. Univ.-Prof. Dr. Hubert Christian Ehalt

vorgelegt von  
Fabian Neuhuber

Wien, am 10. April 2019



### **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre hiermit, dass ich die Diplomarbeit selbstständig verfasst, keine andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe, dass diese Diplomarbeit weder im In- noch Ausland (einer Beurteilerin / einem Beurteiler zur Beurteilung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt wurde, dass dieses Exemplar mit der beurteilten Arbeit übereinstimmt.



Wien, am 10. April 2019



## **Abstract**

Technik ist Bestandteil menschlicher Kultur. Sie begleitet uns fast rund um die Uhr im beruflichen wie im privaten Alltag. Dennoch ist gegenwärtig kaum ein grundlegendes Verständnis für ihre Wirkungsweisen, Funktionen und Entwicklungen vorhanden. Es fehlt eine technische Allgemeinbildung.

Vorliegende Arbeit untersucht, wie technische Bildung im Unterrichtsfach Werkerziehung ermöglicht und umgesetzt werden kann. Dazu werden zunächst grundlegende Begriffe definiert und die Auswirkung von Technik auf Alltag und Kultur beschrieben. Im Anschluss daran werden die Entwicklung und die Grundlagen der Technikdidaktik dargestellt. Schließlich werden die allgemeinen Voraussetzungen für Technikunterricht behandelt, die das Fundament für die drei abschließend ausgearbeiteten Unterrichtsbeispiele bilden.

So wird gezeigt, dass technische Allgemeinbildung Bestandteil der Werkerziehung sein sollte, und damit auch der Anspruch auf umfassende Allgemeinbildung wieder gestellt und erfüllt werden kann.



## **English Abstract**

Technology is an essential part of human culture. Everyday we are accompanied by technical artefacts in our professional and private life. However, there is currently little understanding of their modes of operation and developments. A general technology education is missing. This thesis examines how technology education can be facilitated and implemented in the subject Technical Crafts (Technisches Werken). First, basic concepts are defined and the impact of technology on everyday life and culture is described. Subsequently the development of technical didactics and their basics are presented.

Finally, general requirements for technology education will be dealt with, forming the basis of the three concluding lesson examples.

Based on the results, it can be seen, that a general technology education should be part of the subject Technical Crafts (Technisches Werken), so the aspiration to comprehensive general education can be restored and fulfilled.

# Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort.....	10
2. Einleitung.....	12
3. Technik, Kultur und Alltag.....	14
4. Technische Bildung.....	16
4.1. Technikbegriff .....	16
4.2. Technische Allgemeinbildung .....	19
4.3. Technik begreifen .....	24
5. Technikdidaktik .....	26
5.1. Entwicklung der Technikdidaktik.....	27
5.1.1. Der allgemeintechnologische Ansatz (AtA).....	30
5.1.2. Der mehrperspektivische Ansatz (MpA) .....	30
5.1.3. Der arbeitsorientierte Ansatz (AoA).....	31
5.2. Technikdidaktische Grundlagen .....	33
5.3. Technikinteresse .....	38
5.4. Geschlechterrollen .....	40
6. Technikunterricht .....	42
6.1. Lernzielsetzungen .....	42
6.2. Unterrichtsplanung .....	44
6.2.1. Voraussetzungen.....	44
6.2.2. Sachanalyse .....	45
6.2.3. Didaktische Analyse .....	45
6.2.4. Lernziele.....	45
6.2.5. Aufgabenstellung.....	46
6.2.6. Verlaufsplanung.....	46
6.2.7. Durchführung.....	46
6.2.8. Kontrolle .....	47
6.3. Fachspezifische Unterrichtsmethoden.....	47
6.3.1. Analyse .....	50
6.3.2. Technisches Experiment .....	50
6.3.3. Lehrgang .....	51
6.3.4. Fertigungsaufgabe .....	51
6.3.5. Konstruktionsaufgabe.....	51

6.3.6. Erkundung.....	51
6.3.7. Projekt.....	52
6.3.8. Nutzung und Auflösung.....	52
6.3.9. Technikstudie.....	52
6.4. Geeignete Medien .....	53
6.5. Der ideale Fachraum .....	54
6.6. Technisches Werken in der AHS-Unterstufe.....	56
<b>7. Unterrichtsbeispiele .....</b>	<b>58</b>
<b>7.1. Verstärkt! .....</b>	<b>58</b>
7.1.1. Allgemeines .....	59
7.1.2. Zum Unterrichtsvorhaben.....	59
7.1.3. Unterricht .....	60
7.1.4. Weiterführendes.....	61
<b>7.2. Der Audio-Verstärker in der Dose.....</b>	<b>62</b>
7.2.1. Allgemeines.....	62
7.2.2. Zum Unterrichtsvorhaben.....	63
7.2.3. Unterricht.....	64
7.2.4. Weiterführendes.....	65
<b>7.3. Der digitale Stereo-Verstärker .....</b>	<b>66</b>
7.3.1. Allgemeines.....	67
7.3.2. Zum Unterrichtsvorhaben.....	67
7.3.3. Unterricht.....	68
7.3.4. Weiterführendes.....	69
<b>8. Schlussbetrachtung .....</b>	<b>70</b>
<b>9. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>72</b>
<b>10. Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>74</b>
<b>11. Anhang .....</b>	<b>75</b>
<b>11.1. Verstärkt! .....</b>	<b>75</b>
<b>11.2. Der Audio-Verstärker in der Dose.....</b>	<b>89</b>
11.3. Grundlagen Lautsprecherbau.....	106
11.3.1. Elektroakustische Schallwandler.....	106
11.3.2. Gehäuse: .....	109

## 1. Vorwort

Spätestens seit meiner Jugend begleitet meinen Lebensweg ein aufrichtiges und intensives Interesse für Technik. Ich war immer bemüht zu verstehen, wie Dinge funktionieren, um sie installieren, in Stand halten und warten zu können, ihre Grenzen zu testen und den bestmöglichen, persönlichen Nutzen daraus zu ziehen. Leider blieb mir im Laufe meiner Schulzeit ein meinen Bedürfnissen entsprechender Zugang verwehrt. Vermittelt wurde lediglich ein rudimentärer Umgang mit vorhandenen, technischen Gegenständen, der ohnehin durch die Beschäftigung in meiner Freizeit gegeben war. Da wurde alles zerlegt, inspiziert und nach bestem Wissen und Gewissen wieder zusammengebaut, wodurch nur teilweise die verhofften Erkenntnisse gewonnen werden konnten. Erst der Besuch des Studio-Praxistest während des Studiums gestattete mir den Zugang, der mich vom bloßen interessierten Benutzer, speziell elektronischer Gerätschaften, zum „Selbermacher“ werden ließ, und mir die Gewissheit gab, dass es nach wie vor in der Hand jedes Einzelnen liegt, sich Technik zu Eigen zu machen, anstatt lediglich das bestmögliche Produkt zu kaufen, das mit etwas Glück den eigenen Ansprüchen und dem verfügbaren Budget genügt. Ganz ohne Programmier- oder maschinenbautechnische Kenntnisse, frei nach dem DIY (Do-it-yourself) Prinzip. Das war der Zugang den ich mir immer gewünscht hatte. Und es gibt ihn. Es ist machbar. Genau deshalb ist mir ein großes Anliegen diese Idee auch Anderen zugänglich zu machen, da sie mir so lange vorenthalten blieb, bzw. da schlichtweg niemand außer Fachkräften, die es in meinem persönlichen Umfeld nicht gab, über das notwendige, oder in diesem Zusammenhang eben eigentlich nicht notwendige, Wissen verfügte.

## **Danksagung**

In diesem Sinne möchte ich mich dafür bedanken, dass mir die Möglichkeit zuteil wurde meine Interessen und Fähigkeiten im Laufe meiner universitären Ausbildung in diesem Ausmaß, mit großen Freiheiten ausbauen und vertiefen zu können. Dies wäre ohne die langjährige Unterstützung meiner Eltern, Gabriele Neuhuber-Weindlmayr und Reinhard Neuhuber nicht möglich gewesen.

Besondere Aufmerksamkeit möchte ich in diesem Zusammenhang meinem beinahe Hauptwohnsitz in Weistrach zukommen lassen. Meine Freundin, Martina Rohrleitner, und ihre gesamte Familie haben mich während der, in meinem Fall, langwierigen und schwierigen Zeit des Studienabschlusses, de facto während des Entstehens dieser Arbeit, konsequent unterstützt und mir letztendlich die Energie dafür gegeben.

Für die Zusammenarbeit und die Unterstützung bei der Strukturierung eines vormals unschlüssigen Sammelsuriums an Informationen und Grundlagen technischer Allgemeinbildung möchte ich mich ganz herzlich bei Katharina Litschauer bedanken und weiters bei meinem Cousin, Daniel Syrovy, für das finale Korrekturlesen.

Abschließend möchte ich Dr. Hubert Christian Ehalt für die Unterstützung und die produktive Zusammenarbeit danken, die die Fertigstellung dieser Arbeit, und somit den Abschluss meines Studiums, ENDLICH ermöglicht hat.

## 2. Einleitung

Technik ist sowohl aus dem beruflichen wie auch aus dem privaten Alltag nicht weg zu denken. Sie ist fixer Bestandteil menschlichen Handelns und somit Teil menschlicher Kultur, und das von Anbeginn an. Jeder Technik liegt ein Bedürfnis zu Grunde, dessen Befriedigung ihr eigentlicher Zweck ist. Durch technische Hilfsmittel schafft sich der Mensch demnach einen nach seinen Wünschen und Vorstellungen geformten Lebensraum. Der Wissenszuwachs und die daraus resultierenden technischen Artefakte, aber auch die Tragweite ihrer Auswirkungen, sind seit den 1960er Jahren regelrecht explodiert. Und dennoch ist der Großteil der Bevölkerung bereits zufriedengestellt, wenn er die ihm vorgelegten technischen Neuerungen zu Nutzen vermag. Die Hintergründe ihres Entstehens und ihrer Funktionsweise sind nicht mehr von Interesse und werden teilweise auch bewusst als undurchschaubares Mysterium dargestellt.

Obwohl also jeder Einzelne Technik nutzt und mit ihren Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft lebt, egal ob sie verursachend, die Folgen ertragend, sie zusätzend oder abschwächend, fehlt ein generelles Verständnis für ihre Wirkungsweisen. Von diesem Standpunkt aus betrachtet kommt technischer Bildung essentielle Bedeutung zu. In unserer komplexen technischen Kultur kann man nicht mehr hineinwachsen. Eine gezielte pädagogische Hinführung ist notwendig. Es muss Aufgabe des Technikunterrichts sein, technische Bildung für alle zugänglich zu machen, und zur allgemeinen Bewusstseinsschärfung und Verantwortungsbereitschaft im Umgang mit Technik beizutragen, um so die weitere Entwicklung und Handhabung wieder in die eigenen Hände nehmen zu können. Sozusagen wieder „Herr über die Technik“ zu werden.

Wie kann es also sein, dass einem so zentralen Thema in allgemeinbildenden Schulen so wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird? Und das obwohl der recht überschaubare Lehrplan für Technisches Werken in der AHS-Unterstufe doch mit fast den gleichen Formulierungen arbeitet, die Technikdidaktiker verwenden um ihre Vorstellungen technischer Allgemeinbildung zu beschreiben und ihre Umsetzung zu ermöglichen.

Genau darauf liegt der Fokus dieser Arbeit. Es wird zunächst allgemein auf die Verflechtungen zwischen menschlicher Kultur und dem alltäglichen Umgang mit Technik eingegangen. Daraus folgernd kann ein konkreter Technikbegriff erarbeitet, und auf die Bedeutung von technischer Allgemeinbildung eingegangen werden. Aufbauend darauf werden die grundlegenden Entwicklungen der Technikdidaktik geschildert, um den Weg zu einem technisch allgemeinbildenden Technikunterricht zu ebnen. Unter Berücksichtigung des aktuell gültigen Lehrplans für Technisches Werken werden abschließend konkrete Unterrichtsvorhaben vorgestellt, die den erarbeiteten Kriterien entsprechend den Schülerinnen und Schülern dazu verhelfen sollen, die oft vorhandenen Berührungsängste mit Technik, speziell der Elektronik, abzubauen.

Die der Arbeit zugrunde liegenden Forschungsfragen lauten demnach wie folgt:

- Was ist technische Allgemeinbildung?
- Weshalb ist sie heutzutage unabdingbar?
- Welche Umsetzungsmöglichkeiten bietet das Unterrichtsfach
- Technisches Werken dafür?

Auf die Beantwortung der ersten Frage wird speziell im 4. und 5. Kapitel eingegangen. Den Verbindungen zum Werkunterricht und auch der Frage, wie ein technisch allgemeinbildender Werkunterricht auszusehen hat, widmet sich Kapitel 6. Die zweite Forschungsfrage spielt durchgängig eine Rolle, die grundlegenden Aspekte werden allerdings im folgenden Kapitel ausgeführt. Kapitel 7 widmet sich schließlich der Beantwortung der dritten Forschungsfrage, und zeigt drei konkrete Unterrichtsbeispiele auf.

### 3. Technik, Kultur und Alltag

Kulturanthropologisch betrachtet, ist der Mensch weltoffen und geistbegabt. Er ist im Gegensatz zur Tierwelt exzentrisch organisiert, was bedeutet, dass er nicht instinktiv in seiner Umwelt agiert, sondern sich seine Lebensumwelt erst erschaffen muss. Er ist demnach nicht an die Natur angepasst, sondern passt die Natur an seine Bedürfnisse an. Alles was von Menschenhand geschaffen wurde, hat also künstlichen Charakter. Diese natürliche Künstlichkeit macht den Menschen zu einem Kulturwesen. Dabei spielt die Technik eine ausschlaggebende Rolle. Sie ist das Instrumentarium, dessen sich die Menschheit bedient, um sich ihren Lebensraum zu schaffen; sie ist das Werkzeug, das es ihr ermöglicht ihre Bedürfnisse zu befriedigen. „Seine künstliche Daseinsweise umfasst von Anbeginn die Technik. Sie gehört zu der vom Menschen erzeugten Lebensumwelt, die insgesamt seine Kultur ausmacht.“ (SCHMAYL, 2013, S. 71). Der Mensch schafft mit Hilfe der Technik Kultur und wird dadurch Mensch. Begreift man Technik demnach als geistgeleitetes Schaffen, als eine spezifische Äußerung des menschlichen Geistes, ist sie als Teil der menschlichen Kultur zu verstehen.

Interessant ist dabei, dass Technik erst seit Mitte des 20. Jahrhunderts als essenzieller Teil der Kultur anerkannt wird. Der veraltete Kulturbegriff, der die Technik explizit ausschließt, hält sich jedoch immer noch hartnäckig in Politik und Gesellschaft. Auch die Pädagogik weigert sich weitgehend, dieses neue Verständnis von Kultur zu akzeptieren. In logischer Konsequenz entsprechen auch die in allgemeinbildenden Schulen vermittelten Ansichten und Werte nicht mehr dem zeitgemäßen Kulturbegriff. Soll also ein stimmiges Gesamtbild von Kultur ermöglicht werden, muss der veraltete Begriff erst umfassend aufgearbeitet werden. Bedenkt man, dass die Technik heute derart tief im Alltags- und Berufsleben der Menschen verankert ist, dass sie den gesamten Tagesablauf mitbestimmt und beeinflusst, wird die Dringlichkeit der Vermittlung von einem Technik beinhaltenden Kulturbegriff, sowie grundlegenden Fähigkeiten und Fertigkeiten im Umgang mit ihr, nochmals verdeutlicht.

Ohne entsprechenden Grundkenntnisse ist es aktuell kaum mehr möglich, die Flut an technischen Neuerungen zu überblicken und sie sinnvoll einsetzen zu können. Wird Technik ohne die erwähnten Grundkenntnisse benutzt, schleicht sich schnell ein Gefühl der Überforderung und der Machtlosigkeit ein. Das wiederum führt zu der fälschlichen Annahme, dass der Mensch die technischen Entwicklungen nicht mehr mitbestimmen, sie nicht mehr beeinflussen oder lenken könne.

Ein weiteres Phänomen, das beobachtet werden kann, ist, dass historisch gewachsene kulturelle Traditionen langsam verschwinden. Als Folge der Globalisierung und der weltweiten Vernetzung, bedingt durch den Vormarsch der Technik, bildet sich allmählich eine einheitliche Weltzivilisation (SCHMAYL, 1989). Um ein Bewusstsein für diese Entwicklung zu schaffen ist eine technische Allgemeinbildung Voraussetzung.

Letztlich gestaltet sich die Bewältigung des Alltags ohne ein Mindestmaß an technischem Verständnis schwierig. Um an der Welt teilhaben zu können, sind technisches Handeln und Denken notwendige Grundvoraussetzungen geworden. Umso unverständlicher ist, warum die Auseinandersetzung damit auf gesellschafts- und bildungspolitischer Ebene nur schleppend geschieht. Speziell angesichts der Zielsetzung von Allgemeinbildung, alle Bürgerinnen und Bürger im Laufe der Pflichtschulzeit zu mündigen, verantwortungsvollen, selbstständigen Mitgliedern der Gesellschaft reifen zu lassen, bleibt der Ausschluss technischer Inhalte unverständlich. Wird Technik richtigerweise als ein Bestandteil menschlicher Kultur gesehen, muss sie auch Teil der Allgemeinbildung sein.

Aufzuzeigen wie Technik als Teil der Allgemeinbildung im Werkunterricht vermittelt werden kann, ist Ziel der Arbeit. Das zentrale Anliegen ist es, konkrete Möglichkeiten herauszuarbeiten, um technische Allgemeinbildung für alle zugänglich zu machen, damit jeder Mensch zu der Welt, wie sie heute ist, ohne Einschränkung als Kulturwesen teilhaben kann.

## 4. Technische Bildung

Um nachvollziehen zu können, was mit technischer Bildung gemeint ist, muss zuerst der Begriff „Technik“ genau definiert und beschrieben werden. Dem widmet sich der erste Teil dieses Kapitels. Im Anschluss wird das Konzept von technischer Allgemeinbildung erörtert. Den Abschluss bildet ein Exkurs zum eigentlichen Sinn des Wortes „begreifen“ als Form aktiver Aneignung, dem im Kontext technischer Bildung besondere Bedeutung zukommt.

### 4.1. Technikbegriff

Im alltäglichen Sprachgebrauch wird der Begriff „Technik“ häufig entweder so eng definiert, dass er rein technische Mittel und Verfahren beschreibt, oder so weit gefasst, dass er beinahe inhaltsleer wirkt, wenn beispielsweise von „Kopfballtechnik“ die Rede ist. Deshalb ist speziell im Bildungsbereich eine klare Begriffsdefinition wichtig. Für den Bildungsbereich ist eine Beschränkung auf Sachtechnik, wie dies in den Technikwissenschaften üblich ist, zu wenig. Der Prozess des Zustandekommens technischer Artefakte, sowie ihre Nutzung, also die Erfüllung ihres eigentlichen Sinnes, müssen hier mitbedacht werden (SCHLAGENHAUF, 2017).

Der Begriff Technik bezeichnet also nicht nur konkrete Gegenstände wie zum Beispiel Computer, Flugzeuge oder Kläranlagen, sondern umfasst auch Kenntnisse und Verfahren zur Produktion und Verwendung eben jener. Auch Entwurfs- und Konstruktionsprozesse, und die Infrastruktur, die notwendig ist, um ein technisches Produkt herzustellen, in Betrieb zu nehmen oder zu reparieren, sind dem Begriff Technik zuzuordnen (HÖPKEN u.A., 2007). Technisches Denken und Handeln folgt immer einem Zweck-Mittel-Prinzip. Es soll Bedürfnisse befriedigen und wünschenswerte Zustände herstellen. Somit kann festgehalten werden, dass Technik zwar eine empirisch-naturwissenschaftliche Basis zugrunde liegt, sie aber keinesfalls darauf reduziert werden darf, da immer auch ein menschliches Handlungsziel ein grundlegender Faktor ist. Dieses Ordnungsprinzip ist bei rein physikalischer Betrachtung nicht enthalten (SCHMAYL, 2013).

In den 1970er Jahren erfolgte ein Wandel in der Wahrnehmung von Technik. Bis dahin wurde der technische Fortschritt positiv aufgefasst und mit Vertrauen verfolgt, doch auftretende Grenzen und Risiken führten zu einem Bewusstseinswechsel. Technik rückte ins Rampenlicht öffentlicher Diskussionen (SCHMAYL, 1989).

„Unsere Schwierigkeit mit der Technik röhren daher, daß sie uns Macht verleiht. Sie gibt dem Menschen Möglichkeiten an die Hand, nach seinen Vorstellungen die Wirklichkeit zu verändern. Für sich genommen sind technische Wirkungsmöglichkeiten weder gut noch schlecht. Sie erhalten ihr Vorzeichen im Gebrauch, den Menschen von ihnen machen. [...] Die Steigerung der technischen Potenzen hat aber menschliches Handeln extrem werden lassen, hat die Natur menschlichen Handelns de facto geändert“ (SCHMAYL, 1989, S. 9).

Ein weitverbreitete Fehleinschätzung liegt demnach beim „technologischen Determinismus“. Es wird davon ausgegangen, dass die Technik die Gesellschaft beeinflusst, nicht aber die Gesellschaft die Technik. Man hat den Eindruck die technologischen Entwicklungen passieren vom Menschen unabhängig und dieser wird lediglich vor vollendete Tatsachen gestellt.

Es ist demnach essenziell, zu verstehen, dass technische Entwicklungen keine Selbstläufer sind, sondern immer Menschen die Richtung der Entwicklung mitbestimmen und die Gesellschaft somit auch immer an der technischen Entwicklung teilhat. Die Entscheidung, wie, wann und welche technischen Entwicklungen umgesetzt und genutzt werden, liegt immer beim Menschen. Es beeinflussen also sowohl die technischen Entwicklungen die Gesellschaft als auch die Gesellschaft die Technik (HÖPKEN u.A., 2007).

Technik, die, wie bereits erwähnt, immer den Anspruch hat, Bedürfnisse zu befriedigen, also Lebenssituationen zu verbessern, bringt gleichzeitig auch so gut wie ausnahmslos eine Kehrseite mit sich. Zwar mag sie für eine mehr oder weniger große Anzahl von Menschen von Vorteil sein, gleichzeitig kann sie auf andere Weise Schaden verursachen. Diese Schäden können dabei ungewollt und unbewusst entstehen, klar berechnet und gewollt, oder ungewollt aber bewusst in Kauf genommen werden (SCHMAYL, 1989). Die Nutzung jeder Technik birgt demnach Risiken, die teilweise vorhersehbar, erfasst und dokumentiert sind,

aber teilweise eben auch nur sehr schwer bis gar nicht vorhersehbar sind. Es muss also immer im Vorfeld sorgfältig die Kosten-Nutzen-Frage geklärt werden, denn es hat nie die Technik Schuld an Problemen, die aus ihrer Nutzung resultieren, sondern es ist immer der Umgang damit verantwortlich (HÖPKEN u.A., 2007). Deshalb ist ein grundlegendes Verständnis von Technik so wichtig. Die Funktion ist dabei ein Grundbegriff für technisches Verständnis und wird dahingehend definiert, dass durch Operationen Eingangsgrößen in Ausgangsgrößen überführt werden. Das Wissen über technische Funktionen ist die Basis für die Bedienung, Fehlersuche, Wartung und Reparatur, sowie für die Konstruktion technischer Artefakte (SCHALGENHAUF, 2017).

In der heutigen Zeit gehören technische Systeme zu jedem Bereich des Alltags. Man findet sie zu Hause, in der Arbeit, im Straßenverkehr, aber auch bei der Wasseraufbereitung, in der Lebensmittelproduktion oder Textilindustrie, um nur ein paar Beispiele zu nennen. Dennoch verlieren die Menschen das Interesse daran, diese Systeme zu verstehen und technische Neuerungen zu hinterfragen. Angesichts der Komplexität der Systeme werden kaum noch Versuche unternommen, die Systeme und Gerätschaften zu verstehen, und nachzuvollziehen, wie diese funktionieren. Generell stellt sich meist schon Zufriedenheit ein, sobald der Umgang zum persönlichen Nutzen erlernt ist (HÖPKEN u.A., 2007). Probleme im Umgang treten dementsprechend dann auf, wenn es um Wartung oder Reparatur geht, und das Wissen über den konkreten inneren Aufbau fehlt (SCHALGENHAUF, 2017).

Außerdem erfordert die zunehmende Komplexität technischer Systeme auch immer mehr Spezialisierung. Es gibt für jeden erdenklichen Bereich Fachkräfte mit entsprechendem Spezialwissen, ohne das es gar nicht mehr möglich ist, die entsprechenden Tätigkeiten auszuüben. Dabei beschränkt sich das jeweilige Fachwissen oft nur auf berufliche Notwendigkeiten. Privat sind Kenntnisse und Interesse bereits wieder auf ein Minimum beschränkt.

Aus der ausgeprägten Komplexität im Bereich Technik ergibt sich aber auch ein weiteres Problem. Es ist nämlich auch aus Zeitgründen kaum mehr möglich, alle technischen Geräte und Systeme zu verstehen (HÖPKEN u.A., 2007).

Da der Technik eine zentrale Bedeutung im Leben unserer technisch geprägten

Industriegesellschaft zukommt, und die Aufgabe allgemeinbildender Schulen darin besteht, Schüler zu befähigen, ihre Lebenswelt zu verstehen, zu meistern und auch kritisch beurteilen zu können, muss der Technik auch in der Allgemeinbildung die Aufmerksamkeit zuteil werden, die ihr im Leben, Beruf und Alltag entgegengebracht wird. Der Ursprung jeder Technik liegt bekanntlich in einem Bedürfnis, dessen Befriedigung sie zum Ziel hat. Genau diese Bedürfnisbefriedigung ist essenziell für den Bildungsgegenstand Technik und muss somit Teil der Begriffsdefinition sein, da sich im schlechtesten Fall ein zu eng gefasster Technikbegriff verständnishindernd auswirkt (SCHLAGENHAUF, 2017). Daher schlägt ROPOHL (2009) vor, im Bildungskontext den Technikbegriff um die Menge menschlicher Handlungen, in denen Sachsysteme verwendet werden, zu erweitern. Die Definition beinhaltet also nicht mehr nur die technischen Artefakte und Sachsysteme an sich, sondern auch die menschlichen Handlungen und Einrichtungen, in denen sie entstehen ebenso wie jene, in denen sie verwendet werden.

## **4.2. Technische Allgemeinbildung**

Das mangelnde Verständnis gegenüber, bzw. gar die mangelnde Kenntnis in Bezug auf technische Allgemeinbildung ist in der Literatur vielfach thematisiert. Das verdeutlicht die Notwendigkeit einer genauen Klärung des Konzepts, in der Absicht den nach wie vor kaum verbreiteten Begriff tiefer im Bewusstsein zu verankern und gleichzeitig seine Dringlichkeit herauszuarbeiten.

HÖPKEN, OSTERKAMP & REICH (2007) übersetzten die Ergebnisse einer Studie aus den USA aus dem Jahre 2002, mit dem Titel „Technically Speaking: Why All Americans Need to Know More About Technology“, die vom Komitee für technische Bildung (Committee on Technological Literacy), der nationalen Technikakademie (National Academy of Engineering), und dem nationalen Forschungsrat (National Research Council) durchgeführt wurde. Auch wenn sich diese Studie und ihre Ergebnisse rein auf die USA konzentrieren, gibt es erstaunlich viele Parallelen und Gemeinsamkeiten, was den aktuellen Stand der Entwicklung in Europa und Österreich betrifft. Zusätzlich bietet die Studie ein recht anschauliches Bild von technischer

Bildung, weshalb hier auf sie zurückgegriffen wird. Die zentrale Problematik besteht darin, dass quer durch die Bevölkerung ein unterdurchschnittliches Technikverständnis vorherrscht. Dabei ist die technische Allgemeinbildung bei den Gesetzgebern und ihren Mitarbeitern oft kaum ausgeprägter als beim Großteil der Bevölkerung. Es zeigt sich auch eine deutliche Diskrepanz zwischen der Selbsteinschätzung der Bevölkerung und dem tatsächlich vorhandenen Technikverständnis. Die Mehrheit neigt dazu, die persönlichen Kompetenzen deutlich überhöht einzuordnen.

Zusätzlich führt ein zu eng gefasster Technikbegriff, der sich hauptsächlich auf elektronische Gerätschaften beschränkt, zu der fälschlichen Annahme, eine Förderung im Umgang mit Computern und Peripheriegeräten entspreche technischer Bildung. Wenn von einer technischen Allgemeinbildung gesprochen wird, steht die Fähigkeit im Mittelpunkt, sich mit Technik und ihrer Entwicklung kritisch auseinander zu setzen, um so größtmöglichen Nutzen für den größtmöglichen Teil der Bevölkerung zu gewährleisten. Um dies zu ermöglichen, muss im Vorfeld geklärt sein, dass Technik per se weder „gut“ noch „schlecht“ ist, sondern immer einen Kompromiss darstellt. Jede Entwicklung bringt Vor- und Nachteile mit sich, die sorgfältig abgewogen werden müssen, um die richtigen Entscheidungen treffen zu können.

Ein technisch gebildeter Bürger verfügt demnach über technische Kenntnisse, Denk- und Handlungsweisen und Fähigkeiten. Eine detailliertere Ausführung eben jener findet sich in nachfolgender Abbildung.

## **Kennzeichen eines technisch gebildeten Bürgers**

### **Kenntnisse**

- erkennt, dass Technik alle Bereiche des täglichen Lebens betrifft
- kennt die grundlegenden Konzeptionen und Fachbegriffe der Technik, wie Systeme, Einschränkungen und Kompromisse
- ist mit dem Wesen und den Grenzen des Konstruktionsprozesses vertraut
- kennt einige Aspekte des technischen Einflusses auf die geschichtliche Entwicklung der Menschheit und des Einflusses der Menschen auf die Technik
- weiß, dass jegliche Technik mit Risiken behaftet ist, einige davon sind vorhersehbar, andere nicht
- ist sich der Tatsache bewusst, dass die Entwicklung und Nutzung von Technik Kompromisslösungen sowie eine Abwägung von Kosten und Nutzen erfordert
- weiß, dass Technik die Wertvorstellungen und Kultur einer Gesellschaft widerspiegelt

### **Denk- und Handlungsweisen**

- stellt sich und anderen technikrelevante Fragen in Bezug auf die Vorteile und Risiken der Technik
- bemüht sich um Informationen über neue Technologien
- beteiligt sich, wenn dies angebracht erscheint, an Entscheidungsprozessen bezüglich der Entwicklung und Nutzung von Technik

### **Fähigkeiten**

- verfügt über praktische Erfahrungen, wie z.B. Nutzung des Computers zur Textverarbeitung, kann im Internet surfen oder verschiedene technische Geräte zu Hause oder im Büro bedienen
- ist in der Lage, zu Hause oder im Büro einfache technische Probleme zu erkennen und zu lösen
- ist in der Lage, grundlegende mathematische Konzepte wie die Wahrscheinlichkeitsrechnung, Maßstabsberechnung oder Überschlagsrechnung anzuwenden, um eine sachkundige Meinung zu technischen Risiken und Nutzen der Technik abgeben zu können

Abb. 1

Das Ziel technischer Allgemeinbildung ist somit die Bereitstellung von Hilfsmitteln um in der technisierten Lebenswelt teilhaben zu können. Es gilt folglich, die notwendigen Kenntnisse, Denkweisen und Fähigkeiten zu vermitteln, um die Zusammenhänge zwischen Technik, Gesellschaft und Kultur zu erkennen (HÖPKEN u.A., 2007). Für eine technische

Allgemeinbildung sind bleibende Grundlagen unumgänglich. Es sind weder oberflächliche Betrachtungen, noch zu konkretes, spezialisiertes Wissen förderlich. Besonders letzteres zeichnet sich durch Kurzlebigkeit aus, da es durch Weiterentwicklungen meist sehr schnell überholt ist. Die Arbeit mit exemplarisch allgemein anwendbaren Prinzipien im Bereich Konstruktion, Produktion, Problemlösungsstrategien sowie Werkzeuge, Werkstoffe und Arbeitsabläufen wird als besonders sinnvoll erachtet. Auch die Auseinandersetzung der geschichtlichen Entwicklung, speziell von Technik-Gesellschaft-Beziehungen stellt eine zentrale Anforderung dar. So soll eine klare und kritische Sicht auf künftige Entwicklungen und die damit einhergehenden Nebenwirkungen ermöglicht werden (LITTERST, 2002).

Technische Allgemeinbildung fördert somit letztlich auch ein Systemdenken. Das bedeutet, dass technische Probleme sowohl erkannt und gelöst, sowie Sachverhalte in einen größeren Kontext gestellt werden können. Technische Allgemeinbildung entspricht also dem Erkennen von Zusammenhängen in der modernen, technisierten Welt. Technische Berufsfertigkeiten bedingen daher noch keine technische Allgemeinbildung. Ein weiteres Argument für technische Allgemeinbildung ist die Anpassungsfähigkeit an technische Veränderungen, die bei technisch gebildeten Personen deutlich höher ausfällt, da sie, selbst wenn nicht alles komplett verstanden wird, Neuerungen durch die Einordnung in einen größeren Kontext, nachvollziehen können.

Obwohl es laut HIRSCH (1988, zitiert nach HÖPKEN u.A., 2007, S.31) keine absolute Definition von Allgemeinbildung geben kann, da das Wissen, das einer gebildeten Person ermöglicht, mit anderen zu kommunizieren und der Welt, in der sie lebt einen Sinn zu verleihen, immer von Zeitalter und Gesellschaft abhängig ist, so zeigt sich im 21. Jahrhundert doch eine klare Notwendigkeit, technische Bildung als einen fixen Bestandteil der Allgemeinbildung an zu sehen.

So betont MAYER-DOHM (2002, S. 29), „dass eine zunehmend technisch geprägte Welt auch nach einer Technischen Bildung in der Schule ruft, die sich eben nicht nur aus einer beruflichen Nützlichkeit legitimiert, sondern Teil der Allgemeinbildung sein muss.“ Nachdem die Technisierung bereits so weit fortgeschritten ist, hat also jeder, der keinen Umgang mit Technik lernt, klare Nachteile. Da dies allerdings im Normalfall zu Hause

im familiären Umfeld geschieht, sofern dies finanziell möglich ist, würde eine technische Bildung für alle der gesamten Bevölkerung den gleichen Zugang zur Technik ermöglichen. Gleichzeitig gilt es festzuhalten, dass generell die technische Eigenständigkeit der Bürger mit der Zuwanderung in Städte immer mehr aufgegeben wurde. Viele Arbeitsplätze erfordern hauptsächlich Fähigkeiten im Umgang mit Computern. Es besteht kaum mehr die Möglichkeit, ein breiteres Spektrum an Maschinen zu bedienen und kennen zu lernen. Bei abnehmenden generellen, bzw. wenn vorhanden, immer spezieller werdenden Kenntnissen fällt ein Überblick über die beschleunigte Entwicklung der technischen Errungenschaften und Hilfsmitteln zusätzlich schwer. In einer von Technik durchdrungenen Welt kann jedoch jede/jeder effizienter arbeiten, wenn er/sie mit Technik vertraut ist. Bei höherem Niveau an technischer Bildung für die Bevölkerung profitiert also die gesamte Gesellschaft, denn technisch gebildete Menschen können gesellschaftsrelevante Fragen sachkundig mitentscheiden und auch private technische Anschaffungen sinnvoll und reflektiert tätigen. „Eine verbesserte technische Allgemeinbildung würde die Bürger besser auf immer stärker durch Technik geprägte Arbeitsplätze vorbereiten und sich dadurch auch positiv auf das Wirtschaftswachstum auswirken“ (HÖPKEN u.A., 2007, S. 59). Demnach könnte sich auch auf dem Arbeitsmarkt eine etablierte technische Bildung positiv auswirken, denn viele interessante Jobs erfordern ein gewisses Maß an technischem Know-How. Würde dieses der breiten Masse mittels technischer Allgemeinbildung zugänglich gemacht, könnte sich eventuell sogar die Einkommensschere verkleinern (HÖPKEN u.A., 2007). Die Wissensgesellschaft stellt demnach neue Anforderungen an ihre Arbeiterinnen und Arbeiter. Abstraktionsfähigkeit, Systemdenken und Selbstorganisationsfähigkeit sind dabei zentrale Kriterien. Dadurch bedingt sollten diese auch essenzieller Bestandteil technischer Bildung sein (MEYER-DOHM, 2002).

Es sind folglich Entwicklungslinien für Schulen notwendig um eine Qualifizierung in der Wissensgesellschaft zu ermöglichen. Technische Bildung und ihre Bedeutung für die Gesellschaft erfordert auch Veränderungen in der Schulstruktur. Ideal hierfür wäre ein Wandel der Schulen weg vom isolierten Lernraum, den sie immer noch darstellen, hin zu einer Öffnung zu einem Lern- und Lebensraum, der auch in die Region und die Gesellschaft eingebunden ist. Nur so kann laut MEYER-DOHM (2002) selbst gesteuertes und selbst

organisiertes Lernen ermöglicht werden. Dafür wären auch weitreichende Veränderungen notwendig um den Fokus weg von der Lehrperson als Wissensvermittler, hin auf die Entwicklung von Lernkompetenzen bei Schülerinnen und Schülern zu lenken.

Es lässt sich demnach festhalten, dass technische Allgemeinbildung im 21. Jahrhundert eine Notwendigkeit wäre um sich überhaupt noch in Umwelt und Gesellschaft ausreichend zurechtzufinden und den Aufgaben eines verantwortungsvollen Bürgers gerecht zu werden. Vielseitige Auseinandersetzungen mit der Thematik, wie sich dies im Schulsystem umsetzen ließe, bleiben aber bislang, wie es scheint, auf der theoretischen Ebene. Dem verleihen die Worte KATHS noch einmal Nachdruck, die den Abschluss der Ausführungen zum Konzept technischer Allgemeinbildung bilden sollen:

„Es ist doch interessant, dass viele Menschen, die junge Menschen entweder ausbilden oder sich überhaupt für sie interessieren, äußern ähnliche Forderungen: die Industrie ruft nach Kundenorientierung und Teamfähigkeit, Politiker nach selbst- und verantwortungsbewussten Bürgern. Die allgemeinbildende Schule will mündige junge Menschen erziehen. Und doch scheint sich seit Jahrzehnten gesellschaftlich wenig verändert zu haben, trotz aller technologischen Fortschritte oder gerade deswegen“ (KATH, 2002, S. 42).

### **4.3. Technik begreifen**

Was technische Allgemeinbildung ausmacht, wurde im vorigen Kapitel erörtert. Hier wird angeführt, wie die Grundlagen dafür gelegt werden können und warum speziell im Kindesalter die richtige Basis zu schaffen dabei eine große Rolle spielt.

Eine technisch gebildete Person ist also in der Lage Wissen, Planen, Problemlösen, Entscheiden, Handeln und Ausführen miteinander zu verknüpfen. Das stellt eine sehr hohe Anforderung an das Gehirn dar. Verschiedenste Bereiche werden beansprucht und müssen miteinander interagieren. Das ist nur dann möglich, wenn bereits entsprechende Kategorien und Konzepte vorhanden sind. Die Grundstrukturen dafür werden durch handelnd erkundendes Entdecken bereits in der Kindheit aufgebaut. Hierbei wird deutlich,

wie wichtig die Ermöglichung der Entwicklung grundlegender Strukturen bereits im frühen Kindesalter ist (HEITZMANN, 2017).

„Be-greifen wird also als synonym verstanden zu „mit den Händen wahrnehmen“. Dabei werden die verschiedenen Sinnesqualitäten der Hand (Tast-, Druck-, Temperatur-, Schmerz-, und Lagesinn) in andere Sinneswahrnehmungen eines Objekts (z.B. Seh-, Geschmacks-, Geruchs- und Hörwahrnehmungen) integriert und aktivieren im Gehirn ein vielfältiges Muster neuronaler Aktivität“ (HEITZMANN, 2017, S. 66).

Auch wenn HIETZMANN hier allgemein über die Bedeutung des Wortes „begreifen“ spricht, lässt sich die angeführte Erörterung perfekt auf technisches Verständnis und technisches Handeln anwenden. Technische Allgemeinbildung soll ein umfassendes Verständnis von Technik ermöglichen. Der Umfang, die Tragweite von Technik und die Zusammenhänge zwischen Gesellschaft Kultur und Technik sollen „begriffen“ werden. Beabsichtigt man, eine technische Bildung im Schulsystem zu etablieren, ist es demnach wichtig, bereits im frühen Kindesalter erste Grundsteine dafür zu legen. Im Laufe der Schulzeit kann dann die technische Allgemeinbildung das technische Verständnis ausgeformt und gefestigt werden, da die entsprechenden Grundstrukturen bereits gelegt und früh gefördert wurden. Ohne jene ist die Aneignung von technischem Handeln und Verständnis erschwert, da die notwendigen neuronalen Verknüpfungen oft nicht ausreichend vorhanden sind.

## 5. Technikdidaktik

Die Technikdidaktik ist die Theorie des Technikunterrichts. Sie soll also wissenschaftlich fundiert Rahmenbedingungen für den Alltag im Schulgeschehen liefern. Da Unterricht als der praktische Teil pädagogischer Handlungen gesehen werden kann, bedarf es gleichzeitig einer theoretischen Grundlage um auf professionelle Weise das Ziel umsetzen zu können, technische Bildung zu vermitteln. Es geht also um das Zusammenspiel von Theorie und Praxis, auf das im Folgenden näher eingegangen wird. Um einen Überblick über die verschiedenen Ebenen der Theorie und Praxis zu geben ist im Anschluss eine Übersicht von SCHMAYL (2013) abgebildet.

	<b>Formen der Praxis</b>	<b>Formen der Theorie</b>
<b>Ebene 1</b>	Lernpraxis des Schülers	Theoretischer Gehalt der Lerngegenstände
<b>Ebene 2</b>	Lehrpraxis des Lehrers	Theorie des Technikunterrichts (Technikdidaktik)
<b>Ebene 3</b>	Forschungs- und Lehrpraxis des Didaktikers	Wissenschaftstheorie/Hochschuldidaktik

Abb. 2

Anhand dieser drei Ebenen wird das gesamte Wirkungsfeld der Technikdidaktik beschrieben. Obwohl es den Anschein erwecken mag, als seien sie hierarchisch aufgebaut und würden zu einem immer höherem Niveau technischer Bildung führen, ist das nicht ganz korrekt. Es bestehen immer Wechselwirkungen zwischen den Ebenen. Konkret bilden die ersten Beiden das Fundament des Technikunterrichts. Die Schülerinnen und Schüler sollen technische Bildung, geleitet durch die Lehrpraxis der Lehrperson, erwerben. Diese wiederum bezieht ihre Kenntnisse und Fähigkeiten mitunter aus den Erkenntnissen der

Didaktiker und Didaktikerinnen, die die Theorie des Unterrichts als Hochschullehrerinnen und -lehrer liefern und selbst wiederum über praktische Unterrichtserfahrungen verfügen (SCHMAYL, 2013).

Das große Feld der Technikdidaktik soll einführend anhand seiner Entwicklung etwas transparenter gemacht werden. Anschließend werden technikdidaktische Grundlagen dargestellt. Ein Exkurs zum Interessensbegriff sowie den immer noch existenten stereotypen Geschlechterrollen in diesem Bereich bilden den Abschluss.

## **5.1. Entwicklung der Technikdidaktik**

Erste Versuche, die Technik als pädagogische Aufgabe zu begreifen, wurden nach dem zweiten Weltkrieg unternommen. Durch die steigende Technisierung während des Wiederaufbaus kam dem Thema auch in der Pädagogik Bedeutung zu. Die Aufmerksamkeit, die der technischen Bildung seitens der Politik sowie der Bevölkerung zuteil wurde, flachte jedoch im Laufe der Zeit wieder deutlich ab. Eine Entwicklung, die genau dem Gegenteil dessen entsprach, was von den Technikdidaktikern gefordert wurde, nämlich, die technische Bildung weiter auszubauen und auf ein zeitgemäßes Niveau zu bringen. Obwohl Mensch, Technik und Kultur unmittelbar in Zusammenhang stehen, herrscht in der Schulpädagogik bis heute eine gewisse Ignoranz gegenüber der Technik vor. Zwar wurde in den 1960er und 80er Jahren auf das Thema vermehrt eingegangen, die Auseinandersetzung erfolgte jedoch fast ausschließlich auf theoretischer Ebene, wirkte sich also kaum auf die Schulpraxis aus. In der Bildungs- und Schultheorie fand demnach, wenn überhaupt, nur andeutungsweise eine Beschäftigung mit der Thematik statt. Didaktisch allerdings gibt es seit den 1960er Jahren eine durchgehende Auseinandersetzung, speziell durch Werkpädagogen. Das äußerte sich vorerst in einem Zugang, der auf handwerkliche Techniken fokussiert und sich vom bis dahin vorherrschenden musisch-gestalterischen distanzierte. Die Idee dahinter war, ein umfassendes Verständnis von Technik durch handwerkliche Auseinandersetzung zu ermöglichen. „Technische Bildung ist nur durch planmäßige und gezielte pädagogische Anstrengungen zu erreichen“ (SCHMAYL, 2013, S. 52). Den besten Weg dafür sieht SCHMAYL

(2013) in einem selbstständigen Unterrichtsfach, das von der Grundschule an bis hin zu weiterführenden Schulen eine intensive Auseinandersetzung mit der Thematik ermöglicht. Nebenher technische Inhalte ein zu streuen ist nicht ausreichend, bzw. zielführend.

Das Ziel der Kompetenz- und Bildungsstandardpädagogik ist also primär auf Wirtschaftsinteressen abgestimmt, nicht auf eine umfassende Allgemeinbildung. Wird nur mehr auf das Abzuprüfende vorbereitet kann keine Rede mehr von Bildung im eigentlichen Sinn sein. Den aktuell sehr beliebten und oft gebrauchten Kompetenzbegriff degradiert PONGRATZ (2007, zitiert nach SCHMAYL, 2013, S. 29) als „Plastikwort“, was bedeutet, dass seine Definition recht diffus ausfällt, der Inhalt mehr oder weniger beliebig austauschbar ist und seine Bedeutung nicht konkret formuliert wird. „Der Kompetenzbegriff lässt sich dementsprechend entziffern als Bereitschaft und Fähigkeit zur permanenten Selbstanpassung an die Bedürfnisse des Marktes“ (SCHMAYL, 2013, S. 36). Erreicht werden soll dies durch eine Einebnung der Schulverhältnisse sowie durch die Absenkung des Bildungsniveaus. ODO MARQUARD bezeichnet diese Entwicklung als „Inkompetenzkompensationskompetenz“ (zitiert nach SCHMAYL, 2013, S. 37). Es zeichnet sich ein Fetisch der Internationalisierung ab, wie LIESSMANN es nennt, in dem kein Platz mehr für Kultur und Persönlichkeitsentwicklung bleibt (zitiert nach SCHMAYL, 2013, S. 36). Der Staat soll also Verantwortung abgeben, die dann von der Wirtschaft übernommen wird, mit dem Ziel, dass Bildung für sie profitabel wird. „Mit der Einstufung als Humankapital wird der Mensch zum Produktionsfaktor degradiert; er zählt zu den immateriellen Vermögenswerten der Unternehmen; er geht als Träger von verwertbarem Wissen und Inhaber nützlicher Kompetenzen in die Bilanzierung des Unternehmensvermögen ein. Als Kapitalinvestition hat er den Zweck, zum wirtschaftlichen Erfolg beizutragen, Profit zu erbringen“ (SCHMAYL, 2013, S. 38).

Eine Distanzierung zu diesem Zugang ist notwendig um technische Bildung und Allgemeinbildung generell wieder in den Fokus des Bildungsauftrags zu rücken. Das Problem der Technikdidaktik ist, dass auf Grund der sehr aktuellen Entwicklungen des Kulturbegriffs noch keine vorauszusetzende Kulturtheorie der Technik existiert, die für eine Gesamtlehre technischer Sachverhalte und Zusammenhänge benötigt würde. Der Versuch einer Gliederung des unüberschaubaren Technikbegriffes wäre also notwendig um ihn umfassend

vermitteln zu können. Ein Zusammenspiel von Didaktik und Unterrichtspraxis könnte eine solche konkrete und umfassende Gliederung ermöglichen und weiterentwickeln. Trotz der Fortschritte in der Forschung hierzu, die zugegebenermaßen mehr qualitativ als quantitativ vorhanden sind, ist die Technikdidaktik immer noch eher ein Pionierfeld als Alltag in der Schulpraxis. Und das obwohl Technik als Kulturleistung des Menschen verstanden wird, also eine tragende Rolle in der Allgemeinbildung innehaben müsste (SCHMAYL, 2013).

Grundsätzlich lassen sich in der Technikdidaktik drei verschiedene Ansätze festhalten. In der nachfolgenden Tabelle (Abb. 3) sollen die Entstehung und die Hintergründe gezeigt, und im Anschluss die einzelnen Richtungen kurz erörtert, werden.

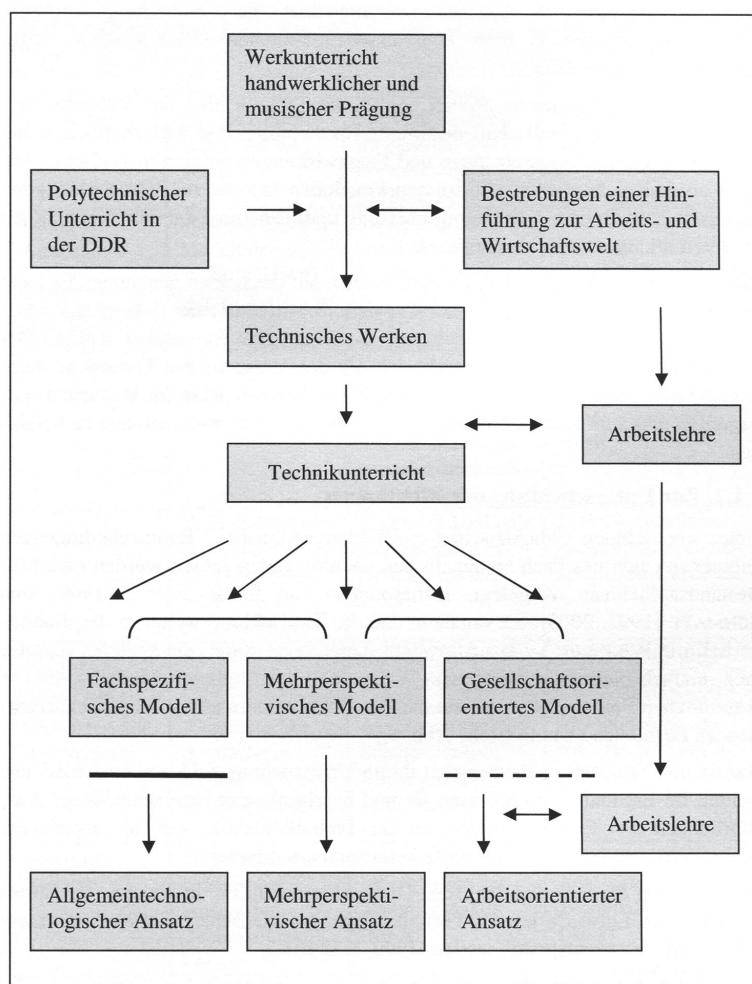


Abb. 3

### **5.1.1. Der allgemeintechnologische Ansatz (AtA)**

Auf Grundlage der Allgemeinen Technologie als übergreifender Technikwissenschaft ist das Ziel des AtA, die komplexe technische Umwelt verständlich zu machen, um so in technisch geprägten Situationen verantwortlich handeln zu können. Die Problematik dabei ist, dass (noch) keine umfassende Technikwissenschaft in ausgereifter Form existiert, die den Ingenieurwissenschaften als zersplitterten Spezialdisziplinen ein einheitliches Lehrgebäude geben würde. Aus Modellen der Systemtheorie wird versucht eine geschlossene Theorie zu entwickeln, die technische Sachverhalte als räumlich und zeitlich abgrenzbare Systeme bestimmt und die Größen Stoff, Energie und Information verarbeiten. Daraus ergibt sich der Ansatz, die Gegenstände des Technikunterrichts nach Systemen des Stoffumsatzes, des Energieumsatzes und des Informationsumsatzes zu gliedern. Unter der Berücksichtigung des Umstands, dass technische Sachsysteme immer Teil eines sozio-technischen Systems sind, soll die starke Gewichtung von Natur- und Ingenieurwissenschaften gerechtfertigt werden. So sollen technische Systeme immer in Verbindung mit ihrer sozialen Umwelt erfasst werden. Durch die Fokussierung auf die Zweckfunktionen von Sachsystemen ist es allerdings kaum möglich den eigentlichen Sinn technischer Objekte zu erfassen, da diese immer auch eine menschliche Zwecksetzung beinhalten. Recht deutlich wird das am Beispiel der Geige. Sie dient systemtechnisch gesehen der Umwandlung mechanischer Bewegung in akustische Schwingungen. Den Zweck einer Geige auf diese Weise zu definieren, ist jedoch unzureichend.

Die Vertreter des AtA waren meist Ingenieurwissenschaftler. Sie wurden durch bildungs- und hochschulpolitische Entscheidungen in den 1970er Jahren für die Techniklehrerausbildung an Universitäten eingesetzt (SCHMAYL, 2013).

### **5.1.2. Der mehrperspektivische Ansatz (MpA)**

Ein mehrdimensionales Verständnis der Technik, das gemeinsamen Bemühungen von Technikphilosophie und Technikdidaktik entstammt, bildet die Basis des MpA, der ebenfalls seit den 1970er Jahren entwickelt wird.

Er begreift Technik als menschliches Handeln, aus dem zweckgebundene Artefakte hervorgehen, die zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse dienen. Zusätzlich werden die naturwissenschaftlichen Voraussetzungen berücksichtigt, jedoch unter der Prämisse, dass

sie die Gestaltung der Stofflichkeit bedingen, und demnach immer noch die Bearbeitung durch den Menschen beinhalten. Technik wird also zur Manifestation menschlichen Schöpfertums. Das betont ihre Verortung als tragender Teil der Kultur. „Durch die Eingliederung der Sachtechnik in den Bereich des Menschen verliert Technik den Anschein der Wertneutralität. Ihre Ambivalenz wird deutlich und damit die Verantwortung des Menschen für die Technik, genauer für sein technisches Handeln“ (SCHMAYL, 2013, S. 129). Die Ansätze zur Legitimation des MpA, sowie seine Intentionen, wurden ausgehend von curriculumtheoretischen Überlegungen im Laufe der Zeit mehr und mehr von bildungspädagogischen abgelöst. Durch die Vermittlung von grundlegendem technischen Können und Wissen, sowie der Bereitschaft, das technische Handeln nach Wertmaßstäben auszurichten, soll das Reifen der Person ermöglicht werden, was sie neben der Orientierung in technisch bestimmten Lebenslagen auch zu hinreichendem Verständnis, sowie verantwortlichen Entscheidungen befähigen soll.

Dafür bedarf es nach Ansicht des MpA konkreter, ausgewählter Inhalte, die einer Kulturtheorie der Technik entstammen müssten. Da eine solche noch nicht wirklich existiert, muss sich die Technikdidaktik ihre Themen aus verschiedenen Bereichen und Richtungen erst erarbeiten.

Die Fürsprecher des MpA haben oft Erfahrungen als Ingenieure, Architekten oder Lehrer, sie versuchen fachliche und pädagogische Ansprüche zu vereinen (SCHMAYL, 2013).

### **5.1.3. Der arbeitsorientierte Ansatz (AoA)**

In den 1960er Jahren entstand der AoA in der Entwicklung der Arbeitslehre für die neue Hauptschule, die als Eingangsstufe des beruflichen Bildungswesens gesehen wurde. Als Teil der fächerübergreifenden Arbeitslehre sollte ein eigenständiger Technik- bzw. Werkunterricht den technischen Anteil übernehmen. So sollte den Hauptschülerinnen und -schülern der Einstieg in die Arbeits- und Wirtschaftswelt ermöglicht werden, wenngleich auch Anspruch auf technische Allgemeinbildung erhoben wurde.

Im Laufe der Entwicklung der Arbeitslehre wurde der eigenständige Technikunterricht aufgegeben; er sollte dem Großfach Arbeitslehre integriert werden.

Die verschiedenen Komponenten wurden unter dem Begriff „Arbeit“ vereint und der Technik der eigenständige Status abgesprochen. Sie wurde als Teil einer Verknüpfung von

Gesellschaft, Politik und Ökonomie wahrgenommen. Auf einem marxistischen Denken aufbauend, wird Arbeit zum Ausgangspunkt von Wert und Lebenssinn.

Die Umsetzung dieser Ansprüche erweist sich als schwierig, die Einzelfächer konnten bis dato nicht zu der gewünschten, homogenen Einheit verflochten werden. Auch die Inhalte werden nicht nach Relevanz sondern nach dem Prinzip der Lebensweltorientierung ausgewählt, von „epochalen technischen Schlüsselproblemen“ ist die Rede (DUISMANN & SELLIN, 1996, zitiert nach SCHMAYL, 2013, S. 136).

Die nachstehende Tabelle von SCHMAYL (2013) stellt abschließend die Charakteristika der drei verschiedenen technikdidaktischen Ansätze, sowie ihre Entwicklung an Hand ausgewählter Autoren dar.

<b>WILKENING 1980</b>			
<b>Blick auf das Schulfach und seine Verfassung</b>			
Charakteristik des Ansatzes	Geschlossenes Fach in Konzentration auf die Technik	Eigenständiges Fach mit Technik im Zentrum und überfachlichen Verbindungen	Offenes Fach u.a. mit technischen Inhalten in lebensweltlicher, so-zio-politischer Ausrichtung
Name des Ansatzes	Fachspezifisches Modell der Technikdidaktik	Mehrperspektivisches Modell der Technikdidaktik	Gesellschaftsorientiertes Modell der Technikdidaktik
<b>SACHS 1999</b>			
<b>Blick auf die Wissenschaften und die ihnen zugemessene Bedeutung für die Technikdidaktik</b>			
Charakteristik des Ansatzes	Vorrang der Technikwissenschaft	Vermittlung von technikwissenschaftlicher, technischer und erziehungswissenschaftlicher Perspektive	Vorrang einer vom Zeitgeist bestimmten Erziehungswissenschaft
	Technikdidaktik als Teil der Technikwissenschaft, als Reduktionsdidaktik	Technikdidaktik als fachbezogene Erziehungswissenschaft	Technikdidaktik als Aspekt politisch pädagogischer Curricula
<b>SCHMAYL 1992/2003</b>			
<b>Blick auf die Grundkomponenten des Unterrichts und ihre Gewichtung: Sache, Schüler, Gesellschaft (Lehrer)</b>			
Charakteristik des Ansatzes	Akzentuierung der Sache in technikwissenschaftlicher Sicht	Akzentuierung des Schülers, seiner Bildung und persönlichen Entwicklung	Akzentuierung der Arbeitswelt und Gesellschaft
Name des Ansatzes	Allgemeintechnologischer Ansatz der Technikdidaktik (AtA)	Mehrperspektivischer Ansatz der Technikdidaktik (MpA)	Arbeitsorientierter Ansatz der Technikdidaktik (AoA)

Abb. 4

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sowohl der Allgemeintechnologische Ansatz als auch der Arbeitsorientierte Ansatz nicht das komplette Spektrum des Technikbegriffs abdecken, und demnach nur eingeschränkt technische Bildung ermöglichen. Speziell der Mehrperspektivische Ansatz versucht, ein umfassendes technisches Verständnis ohne Einengung zu vermitteln.

## 5.2. Technikdidaktische Grundlagen

Nachdem die historische Entwicklung der unterschiedlichen Zugänge zur Technikdidaktik geschildert wurde, liegt das Hauptaugenmerk nun darauf zentrale Grundlagen herauszuarbeiten. Wie weit die theoretisch erarbeiteten Konzepte bis dato umgesetzt werden konnten, und welche Ansätze dafür vorhanden sind, wird untersucht. Auch die Probleme, denen man sich in diesem Zusammenhang stellen muss, bzw. mit welchen man dabei konfrontiert wird, werden dargestellt.

Höpken u.A. (2007) stellen sehr treffend fest, dass technische Bildung, genauer ihre Umsetzung im Schulalltag, kaum funktionieren kann, wenn nicht auch bei der Ausbildung jener Personen, die sie letztendlich vermitteln sollen, angesetzt wird. „In der Lehrerausbildung wird praktisch keine Zeit darauf verwendet, denjenigen, die später Schüler unterrichten werden, technische Bildung zu vermitteln. [...] Wenn Lehrer nicht darin ausgebildet werden, Technik in ihrem Unterricht zu integrieren, wird die technische Bildung auch weiterhin eine zweitrangige Rolle im [...] Bildungssystem spielen“ (HÖPKEN u.A., 2007, S. 74). Es sind bislang ebenfalls keine Intentionen vorhanden, bei Überprüfung über die Erreichung der Bildungsstandards, technische Bereiche mit aufzunehmen. Es wird nicht nach Technikgeschichte, technischen Konzepten oder technischen Prozessen gefragt. Dabei stellen Problemlösung und Konstruktion zentrale Bestandteile technischer Bildung dar, und müssten auch in der Allgemeinbildung verankert sein und überprüft werden. Will man also technische Allgemeinbildung im Schulwesen fundieren ist auch das ein wichtiger Punkt dem Aufmerksamkeit zukommen sollte. Im Bildungswesen hält sich generell nach wie vor ein nicht korrektes Bild technischer Bildung. Computer und Informationstechnik

werden verhältnismäßig viel behandelt und teilweise auch als Technikunterricht missverstanden. Es wird also oft die Vermittlung von Computerkenntnissen mit technischer Bildung gleichgesetzt, sowie die Vertrautheit im Umgang mit Computern als technische Allgemeinbildung verstanden (HÖPKEN u.A., 2007).

Speziell für die Technikdidaktik bedeutet das, vermehrt auf die Relevanz für die geistige Bewältigung der Technik einzugehen, und sich nicht nur auf die Verwendung technischer Gegenstände im Unterricht zu konzentrieren (KNOLLE & REHRMANN, 1971b). „Unsere eigene wie auch unsere gesellschaftliche Entwicklung wird untrennbar mit der Fortentwicklung der uns umgebenden technischen Strukturen verbunden sein. Der Mensch muss daher lernen, diese Strukturen zu durchdringen, zu beurteilen und vernünftig mit ihnen umzugehen, wenn er die technische Weiterentwicklung in der Zukunft für sich nutzen will“ (KNOLLE & REHRMANN, 1971b, S. 85). Es zeigt sich, dass im Regelschulsystem seit geraumer Zeit Nachholbedarf im Bereich der technischen Bildung besteht. Die Autoren erkennen bereits 1971 die Notwendigkeit, im Werkunterricht speziell auch auf jene Schülerbedürfnisse einzugehen, die technischer Natur sind. Weiters sind sie der Ansicht, dass eine fundierte technische Grundbildung ohne Einbezug der Elektrotechnik nicht möglich ist: „Täglich betätigt jeder Schüler elektrische Schalter [...]; er benutzt häufig die verschiedensten Geräte und Anlagen, ohne sich über die elektrotechnischen Zusammenhänge Gedanken zu machen; das sind schon Gründe genug, recht früh im Werkunterricht elementare Probleme der allgemeinen Elektrotechnik in Form von geeigneten Aufgaben an den Schüler heranzutragen“ (KNOLLE & REHRMANN, 1971b, S. 95). Ausgehend von alltäglichen Situationen gilt es Bedürfnisse aufzugreifen, und Schülerinnen und Schülern durch das Aufzeigen der technischen Grundlagen und Zusammenhänge die Bewältigung der Technik zu ermöglichen.

Ein weiterer gesellschaftspolitischer Störfaktor hinsichtlich des technischen Grundverständnisses für alle liegt in der klaren Trennung von Ingenieuren und Konsumenten, wie KNOLLE & REHRMANN (1971b) es benennen. Dennoch sehen wir uns auch in der heutigen Zeit nach wie vor mit den selben Problemen konfrontiert: Die rasante Entwicklung der Elektronik hat sogar dazu beigetragen, dass sich die Trennung von technischen Entwicklern

und Konsumenten noch verschärft abzeichnet. Es ist zu wenig allgemeine Bildung auf ein traditionelles humanistisches Bildungsideal zu reduzieren. Denn Bildung hat in allen Grunddimensionen menschlicher Interessen stattzufinden. Daher müsste man logischer Weise schlussfolgern, dass technische Bildung ein Teil der Allgemeinbildung zu sein hat (KÄSER & STUBER, 2017b). Im Idealfall trägt technische Bildung nämlich nicht nur zu einem bewussteren Umgang mit Konsumgütern bei, sondern hilft auch, der geplanten Obsoleszenz entgegen zu wirken. Dazu zählen nämlich nicht nur Sollbruchstellen, auch statusbedingte Erneuerungen auf Grund des unbedingten Wachstums der Ökonomie sind ein Thema. Eine Strömung die sich aus der Auseinandersetzung mit dieser Problematik entwickelt hat ist die sogenannte „Kultur der Reparatur“, wofür wiederum ein gewisses Maß an Interesse und Wissen über technische Möglichkeiten die Basis bildet. Als Resultat entsteht das Gefühl kein Sklave der Technik mehr zu sein. Gleichzeitig wird auch das Verständnis für den Umgang mit Ressourcen gefördert (KÄSER & STUBER, 2017a).

Es stellt sich die Frage, welche Möglichkeiten zur Kompensation der offenbar bereits seit geraumer Zeit existenten Missstände hinsichtlich technischer Bildung im Werkunterricht bestehen. KNOLLE & REHRMANN (1971b) halten als eine Option fest, dass es für ein umfassendes technisches Grundverständnis essenziell ist, nicht nur mit Veranschaulichung zu arbeiten, wie dies zum Beispiel im Physikunterricht oft der Fall ist. Trotz der Nähe zu den Naturwissenschaften darf der klare Unterschied zwischen forschendem und erfindendem Denken nicht aus den Augen verloren werden. „Wer technische Probleme lösen will, sei es im Rahmen der Herstellung oder auch der Verwendung von Technik, braucht dazu technische Fähigkeiten und Fertigkeiten. Da es für technische Probleme immer mehrere Lösungsmöglichkeiten gibt, muss der Handelnde Bewertungen vornehmen und Entscheidungen fällen. Beurteilungs- und Bewertungskompetenz sind also ebenfalls wichtige Voraussetzungen technischen Handelns“ (SCHLAGENHAUF, 2017, S. 36). Im Technikunterricht sollen Kompetenzen erworben werden, die Schülerinnen und Schüler dazu befähigen, mit technischen Artefakten umzugehen. Gleichzeitig ist es notwendig, sie mit Orientierungs-, Handlungs- und Bewertungsfähigkeiten auszustatten, ohne die der Alltag kaum mehr bewältigbar ist. Dabei findet gleichzeitig Persönlichkeitsbildung statt, denn „wer ein technisches Problem gelöst hat, erlebt sich als ein erfolgreich Handelnder, er

gewinnt Erkenntnisse nicht nur über Technik, sondern gleichzeitig über sich selbst, über seine technikbezogene Produktivität und Kreativität, seine Geschicklichkeit und Kraft“ (SCHLAGENHAUF, 2017, S. 37).

Die Lernaufgaben dienen dabei als Brücke zur Erschließung allgemeiner Prinzipien, Problemstellungen und Handlungsanlässe. Die technikbezogene Handlungsfähigkeit als Ziel technischer Bildung basiert auf technischem Können, das sich nur in konkreten Handlungssituationen erlernen und anwenden lässt. In der Schule sollen anhand von Beispielen allgemeine Sachverhalte verstanden und durch Lerntransfer auf neue und andere Aufgaben angewandt werden. Man spricht dann von induktivem Lernen (SCHLAGENHAUF, 2017). Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf dem sogenannten Erschließungshandeln, was bedeutet, sowohl die Herstellung als auch den Gebrauch, die Bewertung und die Entsorgung zu inkludieren. Man versucht also, von reinem Produktionshandeln wegzukommen. Die Problemlösung ist dabei ein zentrales Anliegen. Man muss technische Probleme wahrnehmen, um Wissen zu konstruieren. Es wird auf ein konstruktivistisches Lernverständnis mittels Handlungs- und Problemorientierung aufgebaut.

Erproben, Erkunden, Untersuchen, Experimentieren und Herstellen beinhalten auch das Scheitern von Entwicklungen als wichtigen Lernprozess. Genau das wird aber im technischen Werkunterricht oft vernachlässigt, um Frustration zu ersparen. Emotion ist zwar immer der Antrieb, ein nachhaltiges „Aha-Erlebnis“ fußt aber auf intensiver persönlicher Auseinandersetzung. Um ein unnötig hohes Maß an Frustration zu vermeiden, können die Phasen der Problemlösung als Hilfestellung klar unterteilt werden. Die gewonnen Erkenntnisse sollen dabei auch im täglichen Leben sowie in anderen Schulbereichen angewandt werden können. Das stärkt das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und fördert somit das Selbstvertrauen und die Selbstkompetenz (KÄSER & STUBER, 2017b).

Bei kognitiv-konstruktivem Unterricht nimmt sich die Lehrperson zurück und ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, selbstständig zu lernen. Zur Unterstützung bietet sie vorerst noch ein Gerüst, auf dem alles aufbaut. Bei steigender Kompetenz der Lernenden wird es nach und nach zurückgebaut. Technische und gestalterische Zusammenhänge

werden in handelnder Weise erschlossen und reflektiert. Beim „Lernen durch Handeln“ zählt also nicht mehr „nur“ das Erreichen praktischer Ziele. Erfindendes und problemlösendes Denken kann bei Schülerinnen und Schülern besonders durch die Arbeit mit sogenannten Lückenproblemen angeregt werden. Der bekannte Anfangs- und Endpunkt erleichtert den Einstieg. Auch hier muss Raum für Umwege, Sackgassen und Fehler bleiben. Die Klärung von Problemen wird so Schritt für Schritt machbar. Das muss auch nicht immer im Alleingang passieren, sondern funktioniert genauso in Gruppenarbeit (MÖLLER, 2017). „Fragen die Schülerinnen und Schüler bewegen, sind für deren Motivation von großer Bedeutung. Emotionen stehen dabei im Zentrum: Technik weckt Neugier, Freude, Lust, Stolz, Erstaunen, Ergriffenheit, Unbehagen, Angst, Ärger, Ohnmacht oder auch Hilflosigkeit“ (KÄSER & STUBER, 2017, S. 58).

Das bloße Herstellen von Artefakten, wie es im handwerklichen Modell des Werkunterrichts gängig ist, ist auch deshalb heute unzureichend da sich im Normalfall die Nutzung als ausgedehnteste Phase im Umgang mit technischen Gegenständen darstellt. Genauso essenziell wie die Herstellung sind Pflege und Instandhaltung. Im handwerklichen Unterricht ist es auch nach wie vor üblich, Lerninhalte durch vorzeigen und nachmachen lassen zu vermitteln. Dabei wird den Schülerinnen und Schülern selbstständiges Problemlösen allerdings zur Gänze vorenthalten. Erst ein Fachunterricht mit handelndem Umgang ermöglicht technische Allgemeinbildung. Das Problem beim selbstständigen Problemlösen, also einem experimentelleren Zugang, ist, dass auch zeitweiliges Scheitern dazugehört. Nur wenn selbst wahrgenommen wird, kann auch eigenständig Wissen konstruiert werden, und können in weiterer Folge auch selbstständig Probleme gelöst werden. So werden die gewonnenen Erkenntnisse besser vernetzt und können einfacher auf andere Bereiche des Alltags und der Schule angewandt werden. Zusätzlich steigt auch das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten. Es bleibt trotzdem die Hauptaufgabe der Lehrperson die Schülerinnen und Schüler zu begleiten und besonders zu Beginn des Lernprozesses ein klar definiertes Ziel, auf das hingearbeitet werden soll, vorzugeben. Ebenso festzulegen sind die Bedingungen, unter denen dies passieren soll, um eine Überforderung zu vermeiden.

Die besten Entfaltungsmöglichkeiten im Werkunterricht sind für KÄSER & STUBER (2017a)

dann gegeben, wenn die drei gängigen Modelle der Werkzeugerziehung, also das handwerkliche, kunstpädagogische und technische Modell, kombiniert werden. Beispiele dafür wie ein solcher Unterricht aussehen kann geben sie mit dem „Werkweiser 1-3“. Auf eine Definition des Technikbegriffes verzichten sie aber in diesem Kontext explizit. Auch eine Abgrenzung zwischen technischer und ästhetischer Bildung wird vermieden. In „Technik und Design“ legt STUBER (2016) ebenfalls Wert darauf, einen Werkunterricht mit handwerklicher, kunstpädagogischer und technischer Prägung auszuarbeiten. Es gibt dabei zwei Schwerpunkte: zum ersten die technische Bildung und zum zweiten die ästhetische Bildung. Die technische Wirklichkeit wird durch die Sachperspektive, die Gesellschaftsperspektive und die Bewertungsperspektive erschlossen.

Abschließend kann festgehalten werden, dass Entwicklungslinien für Schulen notwendig sind um eine Qualifizierung in der Wissensgesellschaft zu ermöglichen. Technische Bildung und ihre Bedeutung für die Gesellschaft erfordert somit auch Veränderungen in der Schulstruktur. Ideal hierfür wäre ein Wandel der Schulen weg vom isolierten Lernraum den sie immer noch darstellt, hin zu einer Öffnung zu einem Lern- und Lebensraum, der auch in die Region und die Gesellschaft eingebunden ist. Nur so kann selbst gesteuertes und selbst organisiertes Lernen ermöglicht werden. Dafür sind weitreichende Veränderungen notwendig um den Fokus auf die Entwicklung von Lernkompetenz bei Schülerinnen und Schüler lenken zu können und nicht mehr die Lehrperson als Wissensvermittler im Mittelpunkt steht (MEYER-DOHM, 2002).

### **5.3. Technikinteresse**

Interesse ist die Grundvoraussetzung für qualitativ hochwertiges Lernen. Dennoch kann und soll auch die Schule dazu beitragen Interesse zu wecken. Wichtig dabei ist, dass Interesse immer gegenstandsbezogen ist. Das bedeutet, es ist immer auf ein bestimmtes Thema, eine Domäne, ein Ziel oder eine Aktivität gerichtet. Das wichtigste Merkmal dabei sind individuelle Werte und Gefühle.

Es gibt zwei unterschiedliche Arten von Interesse, zum einen das sogenannte situationale

Interesse, welches von außen angeregt ist und sich zumeist nur kurzfristig hält, und zum anderen das individuelle Interesse, das langfristig und stabil ausfällt. Situationales Interesse kann auch zu individuellem Interesse übergehen. Genau das wäre im Schulbereich das anzustrebende Ziel.

Die Voraussetzungen für individuelles Interesse lassen sich, nach GÜDEL (2017), wie folgt festhalten: Die Grundlage für die Entwicklung von individuellem Interesse bilden drei menschliche Grundbedürfnisse, die als „Basic Needs“ bezeichnet werden. Zum Ersten das Bedürfnis nach Kompetenzerleben. Dabei wird davon ausgegangen, dass jede Person das Bestreben in sich trägt, sich selbst als handlungsfähig zu erleben. Das führt zu Selbstvertrauen und einem Gefühl der „Selbstwirksamkeit“. Zweitens wird davon ausgegangen, dass jede und jeder das eigene Tun, seine/ihre Ziele und seine/ihre Vorgehensweisen dafür selbst bestimmen will, also das Bedürfnis nach Autonomie besteht. Und zum Dritten, dass ein Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit besteht. Der Mensch hat demnach ein starkes Bestreben nach befriedigenden Sozialstrukturen.

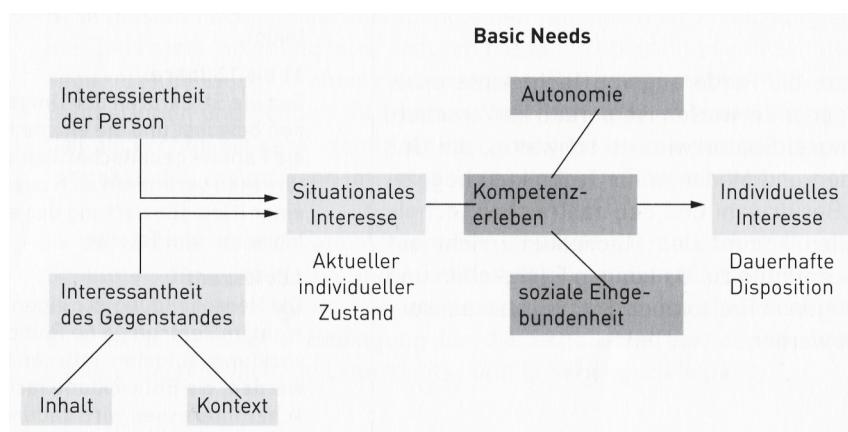


Abb. 5

Um dem Anspruch technischer Bildung gerecht zu werden, ist der Aufbau und die Hinführung zu individuellem Technikinteresse unabdingbar. Unter Berücksichtigung der „Basic Needs“, also der beschriebenen Voraussetzungen für individuelles Interesse, soll im Werkunterricht das situationale Interesse für Technik in ein dauerhaftes, persönliches Interesse überführt werden.

## 5.4. Geschlechterrollen

Technikinteresse unterliegt starken Geschlechterstereotypen. Da sich die Geschlechteridentität bereits mit 4 Jahren zu entwickeln beginnt, und im Alter von 6-7 Jahren schon stark kulturell geprägt ist, wäre es sinnvoll das Entstehen von Technikinteresse bereits sehr früh zu ermöglichen. GÜDEL (2017) spricht davon bereits im Vor- und Primarschulalter anzusetzen, das in der Schweiz mit 4-5 Jahren beginnt, in Österreich also dem Kindergartenalter entspricht. Bezuglich der Entwicklung der Geschlechteridentität gilt es zu berücksichtigen, dass sich einmal etabliertes Interesse für „Jungen-“ oder „Mädchen Sachen“ nur schwer wieder ändern lässt. Daher ist es speziell für Mädchen wichtig vor oder während der kulturellen Prägung auch Interesse für Technik zu wecken. Diese trauen sich oft technische Aktivitäten weniger zu. Jungen neigen eher zu überhöhtem Selbstvertrauen. Sie fühlen sich schnell besser als die Anderen, was bei Mädchen kaum der Fall ist. Ein spannender Punkt, um technisches Interesse bei Mädchen verstärkt zu fördern ist die Arbeit mit elektronischen Geräten, zum Beispiel mit dem Computer oder E-Learning Plattformen. Hier haben Mädchen am meisten Freude daran und fühlen sich auch sicher im Umgang damit.

Prinzipiell sind Jugendliche unabhängig vom Geschlecht gegenüber Technik größtenteils positiv eingestellt. So gut wie jede/r besitzt diverse technische Geräte, wobei der Bereich der Unterhaltung und Kommunikation, also zum Beispiel Handy oder Playstation, besonders beliebt ist. Aber auch Dinge wie ein trendiges Fahrrad sind wichtig. Die Begeisterung beschränkt sich dabei häufig auf die Nutzung jener technischen Gegenstände und endet bei Fragen zu ihrer Produktion oder ihrer technischen Funktionsweise. Ganz anders ist die Interessenverteilung der Heranwachsenden in Ländern des globalen Südens. Dort besteht ein wesentlich höheres Bedürfnis, technische Zusammenhänge zu verstehen und in weiterer Folge auch ein größeres Interesse an technischen Berufen. Bei gut verankertem Technikunterricht in der Sekundarstufe 1 ist zwar das Interesse an Technik vom Geschlecht unabhängig, in der Freizeit sind es jedoch wieder die Jungen die mehr daran interessiert sind. Bei 14-Jährigen ist das Interesse an Elektro-, Informations- und Kommunikationstechnik am deutlichsten ausgeprägt, wobei sich auch hier wieder die männlichen Heranwachsenden mehr begeistern können. Themen wie Bau-, Energie-, Umwelt- und Verkehrstechnik sind

allgemein am wenigsten interessant. Die Bereiche Lebensmittel-, Medizin-, Medien- und Haustechnik wiederum sind zwar für Mädchen interessanter als für Jungen, insgesamt hält sich die Begeisterung dafür jedoch eher in Grenzen.

Beim technischen Gestalten wirkt vor allem ein problemorientierter und planerisch-gestalterischer Zugang für beide Geschlechter gleichermaßen interessensfördernd. Handelnde Zugänge werden allgemein deutlich positiver angenommen als rein theoretische Auseinandersetzungen. Dies gilt auch für die naturwissenschaftlichen Fächer. Situationales Interesse ist dabei im Unterricht vom Geschlecht unabhängig, wird bei längeren Unterrichtssequenzen jedoch oft von Frustration abgelöst. Das Entwerfen, Organisieren und Gestalten technischer Objekte wird geschlechtsunspezifisch als positiv empfunden. Geht es aber um das Verstehen, Erklären, Beurteilen, Erfinden, Entwickeln, Herstellen, Nutzen und Reparieren der technischen Gerätschaften zeichnet sich bereits ein deutlicher geschlechtpolitischer Unterschied ab. Besonders stark zeigt sich dieser beim Arbeiten an Maschinen und beim Reparieren von Geräten. Allgemein positiv erlebte Elemente stellen eigene Erfindungen, Trial and Error Experimente, ein funktionsfähiges Endprodukt und Zusammenarbeit dar. Das lässt sich auf die bereits erwähnten „Basic Needs“ zurückführen. Nutzt man diese positiven Erfahrungen für wiederholte Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand, so kann aus dem geschlechterunabhängigen, situationalen Interesse im Unterricht auch persönliches und somit langfristiges Interesse entstehen (GÜDEL, 2017).

Die Werkerziehung bietet demnach optimale Voraussetzungen zur Förderung geschlechtunabhängigen Technikinteresses. Durch wiederholte Auseinandersetzungen mit der Thematik wird der Aufbau von beständigem individuellem Interesse ermöglicht und damit auch der Grundstein zu technischer Bildung gelegt.

## 6. Technikunterricht

Das Ziel des Technikunterrichts ist technische Bildung und kann durch eine Unterteilung in aufeinander aufbauende Lernziele wie technisches Können, Wissen, Urteilen und Wollen, durch die Befassung mit technischen Sachverhalten erreicht werden.

Am konkreten Thema das Allgemeine zu erkennen, übertragbare Eigenschaften zu gewinnen und analoge Sachverhalte zu verstehen, kann als Intention des Unterrichts gesehen werden. Zu den essenziellen Faktoren des Unterrichts zählen die Aufarbeitung des Themas durch die Lehrperson sowie der Einbezug adäquater Medien und Methoden (SCHMAYL, 2013).

Wie sich ein solcher Unterricht nach Meinung der Experten am besten umsetzen lässt, soll in diesem Kapitel erörtert werden. Dabei werden zuerst die wichtigsten Aspekte der Planung nach DITTLI (2002) aufgezeigt. Danach wird die Entwicklung sowie der aktuelle Stand der geeigneten Methoden speziell für den Technikunterricht beschrieben. Ein kurzer Exkurs zu Medien, welche die genannten Unterrichtsziele bestmöglich unterstützen, sowie zur Gestaltung eines Fachraumes, der die Erlangung technischer Bildung begünstigt, bilden den Abschluss.

### 6.1. Lernzielsetzungen

Das Hauptanliegen von Lernzielsetzungen ist es, die Unterrichtsziele und Inhalte auszumachen und festzuhalten. Sie geben somit den Rahmen für den Unterricht vor.

Die anerkannten Lernzielrichtungen für Technikunterricht von WILKENING (1984, zitiert nach SCHMAYL, 2013, S.147) basieren auf curriculumstheoretischen Ansätzen, folgen aber didaktischen Absichten, sind also nicht wie die amerikanischen Ansätze empirisch-psychologisch begründet. Sie sollen eine Unterrichtsplanung ermöglichen, die Schülerinnen und Schülern in die Lage versetzt, selbstständig technisch zu handeln. SCHMAYL (2013) formuliert das treffend und kompakt wie folgt:

„Das Hauptanliegen des originären Curriculumansatzes bestand darin, die Ziele und Inhalte

des Unterrichts mit wissenschaftlicher Gründlichkeit unter Anwendung exakter Methoden zu ermitteln. Unterricht ist ihm ein weitgehend rational faßbares und planbares Geschehen. Deshalb sollten in streng geregelten Auswahl- und Entscheidungsprozeduren abgesicherte Unterrichtsprogramme entworfen werden, die die größtmögliche Effizienz des Unterrichts gewährleisten“ (SCHMAYL, 2013, S. 145).

Das Problem bei einer auf der Curriculumtheorie basierenden Lernzielsetzung ist, dass die Hauptziele von Bildung, nämlich Selbstständigkeit, Entscheidungsfreiheit und Verantwortlichkeit, über kein messbares Endverhalten verfügen. Dies wird jedoch von der Curriculumtheorie nicht berücksichtigt, die davon ausgeht, dass immer ein überprüfbares Endverhalten vorhanden ist. Der Ansatz ist also als Grundlage einer Lernzielsetzung eines allgemeinbildenden Technikunterrichts unzureichend. Entsprechend wird eine Erweiterung, die objekt- und subjektorientierte Ziele auf Grundlage der Bildungstheorie mit einbezieht, vorgenommen.

Wichtig ist auch die Unterscheidung zwischen Lernzielen, die kurzfristige Ziele im sachbetonten Unterricht darstellen, daher sehr konkret formuliert werden können, und Bildungszielen, die eine Orientierungsfunktion über den Unterricht der gesamten Schulzeit darstellen, somit offener formuliert und abstrakter sind.

Erst beide gemeinsam ermöglichen es, die Anforderungen an den Zielrahmen des Faches zu erfüllen (SCHMAYL, 2013).

Um aber wieder auf die für den Technikunterricht relevanten Lernziele zurückzukommen zeigt die folgende Tabelle WILKENINGS (1984) Vorschlag der vier zu beachtenden Lernzielrichtungen, die gemeinsam alle Aspekte technischer Bildung zum Ausdruck bringen sollen.

LERNZIELRICH-TUNGEN	INTENTIONEN	AKTIONSBEREICH
<i>Inhaltsbezogene</i> Lernziele	fachlich affirmativ	a) praktische Fertigkeiten b) Konstruktionen und Funktionszusammenhänge u.a.
<i>Verfahrensbezogene</i> Lernziele	fachlich- generalistisch innovativ	fachspezifische Verfahren von genereller Bedeutung: Planen Experimentieren - Optimieren Analysieren Vergleichen Problemlösen
<i>Verhaltensbezogene</i> Lernziele	fachübergreifend individuell- emanzipatorisch	personales und soziales Verhalten: Leistungsbereitschaft - Kooperationsbereitschaft u.a.
<i>Wertungsbezogene</i> Lernziele	überfachlich gesellschaftlich- emanzipatorisch, normenkritisch	Beurteilung der Voraussetzungen und Folgewirkungen technischen Handelns

Abb. 6

## 6.2. Unterrichtsplanung

Nach den elementaren Überlegungen zu den Lernzielsetzungen, können nun zentrale Faktoren bei der Planung von konkreten Unterrichtsvorhaben erörtert werden.

DITTLI (2002) zufolge können acht aufbauende Phasen der Planung inklusive der anschließenden Umsetzung unterschieden werden. Von den Voraussetzungen ausgehend, werden mittels Sachanalyse und didaktischer Analyse die Lernziele formuliert. Daraus resultiert die Aufgabenstellung, die wiederum die konkrete Verlaufsplanung ermöglicht.

Nach der Durchführung folgt abschließend die Evaluation der Lern- und Arbeitsprozesse.

Diese acht Stufen, die einen Leitfaden durch die Planung einer Unterrichtseinheit geben, sollen im Anschluss genauer vorgestellt werden.

### 6.2.1. Voraussetzungen

Es gibt immer Rahmenbedingungen unter welchen Unterricht stattfindet, die bei der Planung eines Unterrichtsvorhabens berücksichtigt werden müssen. Diese reichen von schulischen

Gegebenheiten wie Lehrplanvorgaben, der Raumsituation oder dem zur Verfügung stehenden Budget, bis zu den Spezifika der für das Unterrichtsvorhaben vorgesehenen Klasse, etwa der Schüleranzahl und ihrer Zusammensetzung, dem Alter, oder Interessen bzw. eventuelle Vorkenntnissen. Auch die Fähigkeiten und Präferenzen der Lehrperson selbst sind hier von Bedeutung.

Das mag zwar fast selbstverständlich erscheinen, ist allerdings die Basis auf der alles Weitere aufbaut und sollte somit immer im Vorfeld festgehalten werden.

#### **6.2.2. Sachanalyse**

Sind die Rahmenbedingungen geklärt, gilt es den Themenbereich, den die Unterrichtseinheit behandeln soll, theoretisch wie praktisch zu untersuchen und in Teilbereiche zu gliedern. Mittels Fachliteratur und eigenen praktischen Arbeiten soll so die Sachkompetenz der Lehrperson zum ausgewählten Thema vertieft werden.

#### **6.2.3. Didaktische Analyse**

Im Anschluss daran fällt die Entscheidung welcher konkrete Teilbereich des Themenfeldes zum Unterrichtsthema wird. Bei der Auswahl sind die folgenden Aspekte besonders zu Beachten. Der behandelte Inhalt soll den Schülerinnen und Schülern die Erschließung eines Sachzusammenhangs ermöglichen, also eine gewisse Exemplarität aufweisen. Weiters hilft ein Bezug zur Erlebniswelt, um den Gegenwartsbezug zu verdeutlichen und die Frage zu klären, weshalb sich die Schülerinnen und Schüler mit dem Inhalt auseinandersetzen sollen. In diesem Zusammenhang kann auch ein eventueller Zukunftsbezug, also die Auswirkungen der Beschäftigung mit dem Thema bedacht werden. Ein Anschlusspunkt an frühere Stoffgebiete oder Verknüpfungen mit anderen Fächern können ebenfalls als Hilfestellung bei der Einordnung dienen.

#### **6.2.4. Lernziele**

Nach der Festlegung des Unterrichtsthemas können die Lernziele formuliert werden. Diese helfen dabei, das Lernen der Schülerinnen und Schüler zu strukturieren. Es werden vier verschiedene Zielbereiche unterschieden. Geht es um geistige Fähigkeiten, die ausgebaut werden sollen, spricht man von „kognitiven Zielen“, bei zu klarenden oder aufzubauenden Einstellungen und Werthaltungen von „affektiven Zielen“, bei Fähigkeiten und Fertigkeiten,

die auf- oder ausgebaut werden sollen von „pragmatischen Zielen“, und beim konstruktiven und wertschätzenden Umgang mit sich selbst und Anderen von „sozialen Zielen“.

#### **6.2.5. Aufgabenstellung**

Durch die Ausarbeitung der Aufgabenstellung soll präzisiert werden, wie die oben erarbeiteten Ziele zu erreichen sind. Im Werkunterricht geschieht dies üblicherweise über das Beschreiten eines Problemlösungsprozesses, in dem selbsttätig konstruktive, funktionale, technologische und gestalterische Aspekte der Aufgabe durchschritten und gelöst werden. Die Aufgabenstellung umfasst verschiedene Elemente, die für die erfolgreiche Umsetzung unabdingbar sind. Zuerst wird der zu behandelnde Themenbereich als lebensnahes und motivierendes praktisches Problem dargestellt. Darauf folgt der eigentliche Auftrag. Er sollte stets einfach und klar verständlich formuliert sein. Das Niveau passt sich dabei an die jeweilige Schulstufe an. Fachbegriffe sollten bereits im Vorfeld erörtert worden sein. Je nach Leistungsfähigkeit kann zum Beispiel der Schwierigkeitsgrad, die Anforderungen oder der Umfang variieren, um den Unterricht, die Lern- und Arbeitsprozesse strukturiert zu halten. Wichtig ist es auch, die Ziele, die es zu erreichen gilt, festzuhalten. Abschließend werden die Teilschritte, die nach und nach zur erfolgreichen Bewältigung der Aufgabe führen, angeführt. Diese können verschiedene Unterrichtsverfahren und Lernformen beinhalten.

#### **6.2.6. Verlaufsplanung**

Nach der Formulierung der Aufgabenstellung ist es wichtig, den groben Verlauf der Unterrichtseinheit fest zu halten. Dabei wird geplant wie die Schülerinnen und Schüler durch den Lernprozess geführt werden sollen. Es geht also darum, eine zeitliche Struktur, den inhaltlichen Aufbau, die Abfolge der einzelnen Teilschritte, die Unterrichtsmethode(n) sowie die notwendigen Medien, Materialien und Unterrichtshilfen zu erarbeiten.

#### **6.2.7. Durchführung**

Nach den ausführlichen Überlegungen im Vorfeld folgt nun der praktische Teil des Unterrichts. Auch hier können noch kurzfristige Unterrichtsvorbereitungen, eine gewisse Feinpräparation notwendig sein, um unter den vorherrschenden, aktuellen Gegebenheiten das Lernen und Arbeiten wie gewünscht auslösen und durchführen zu können. Zur Vorbereitung des technischen Werkunterrichts zählt aber klarerweise auch die Beschaffung

der Werkstoffe, die Vorbereitung des Raumes und die Erarbeitung der notwendigen Hilfsmittel.

#### **6.2.8. Kontrolle**

Abschließend werden die Lern- und Arbeitsprozesse anhand der im Vorfeld abgeklärten Beurteilungskriterien, in Fremd- oder Selbstevaluation, ausgewertet.

So beschreibt DITTLI (2002) den Weg von der Unterrichtsplanung bis zu seiner Umsetzung, und entwirft damit ein konkretes Schema, eine Richtlinie für das Erarbeiten von Unterrichtsthemen im technischen Werkunterricht.

### **6.3. Fachspezifische Unterrichtsmethoden**

Bei der Erarbeitung von Themen sind die dafür verwendeten Methoden mit ausschlaggebend für das Erreichen der Unterrichtziele. Daher wird im Anschluss auf das Angebot der Methoden eingegangen und es werden die verschiedenen Varianten beschrieben, technische Bildung zu ermöglichen.

Aktuell steht ein vielseitiges Angebot an Unterrichtsmethoden zur Verfügung, die sich jedoch ohne den notwendigen Fokus auf die zu vermittelnden Inhalte als nicht besonders zielführend erweisen.

Die Methode bezeichnet dabei die Verlaufsgestalt des Unterrichts. Sie strukturiert den Prozess und ermöglicht den Schülerinnen und Schülern sich Inhalte in schrittweiser Abfolge anzueignen.

Die Charakteristik einer Unterrichtsmethode ist also die inhaltliche Gliederung der Einheit in Verbindung mit einem zeitlichen Verlauf. Ihre Hauptfunktion besteht darin, den Unterrichtsprozess zu strukturieren und ihn somit in eine zusammenhängende Folge von Denk- und Handlungsschritten zu bringen. Die Hauptmerkmale dabei sind: Handlungscharakter, Planmäßigkeit, Prozesshaftigkeit, Folgerichtigkeit und Effizienz (SCHMAYL, 2013).

Das selbstständige Entwerfen und Umsetzen der Lösung kann als erste Methode des handfertigkeits- und kunstpädagogischen Unterrichts gesehen werden.

Die Technikdidaktiker kombinierten diese beiden Bereiche und nannten das Produkt „Werkaufgabe“. Sie sahen darin „die spezifische Struktur technischen Denkens und Schaffens eingefangen“ (SCHMAYL, 2013, S. 206).

1977 erweiterte WILKENING (zitiert nach SCHMAYL, 2013, S.207) die fachspezifischen Methoden des Technikunterrichts auf die Werkaufgabe, die Werkanalyse, das technische Experiment und den Lehrgang.

Im folgenden Jahrzehnt wurde die Werkaufgabe überarbeitet und in Konstruktions- und Fertigungsaufgabe unterteilt und die Produktanalyse dem Methodenkatalog hinzugefügt.

Die 1996 erschienene Überarbeitung der Unterrichtsmethoden von HENSELER & HÖPKEN erweiterte das anerkannte Angebot auf die folgenden 12 Methoden:

- Lehrgang
- Konstruktionsaufgabe
- Herstellungsaufgabe
- Konstruktions- und Herstellungsaufgabe
- Technisches Experiment
- Technische Analyse
- Erkundung im Technikunterricht
- Technische Bewertung
- Projekt
- Fallstudie
- Expertenbefragung.

SCHMAYL wird 2013 noch spezifischer und gliedert seinen Vorschlag der Unterrichtsmethoden für Technikunterricht, in Anlehnung an die grundlegende Definition des Technikbegriffs, in die Gegenstandsdimension, die das Erschließen der Sachdimension und das Erschließen der Humandimension beinhaltet, und in Lernrichtungen, die sich in genetisch-produktives Lernen und instruierend-analytisches Lernen unterteilen. Dabei steht bei der Sachdimension die Vermittlung von grundlegenden Sachkenntnissen und -erfahrungen im Mittelpunkt.

Der Fokus darf jedoch nicht nur auf den Umgang mit technischen Artefakten liegen, da selbst auf dieser Ebene auch humane Aspekte immer eine gewisse Relevanz aufweisen. Denn technische Artefakte werden letztlich immer vom Menschen erzeugt um Bedürfnissen zu entsprechen.

Im Unterricht, der auf die Erschließung der Humandimension abzielt, werden technisch geprägte Ausschnitte menschlicher Lebenspraxis und Kultur thematisiert. Diese reichen von der Person, über Familie und Betrieb bis hin zur staatlichen Institution. Wie auch bei der Sachdimension, liegt zwar hier das Hauptaugenmerk auf soziotechnischen Handlungszusammenhängen, schließt aber das Dingliche nicht aus, da beide, wie auch in der Sachdimension, in Zusammenhang stehen.

Genetisch-produktives Lernen bezieht die Schüler und Schülerinnen beim Erarbeiten des Unterrichtsinhaltes mit ein. Eine relativ offen gehaltene Aufgabenstellung soll zum eigenen Denken und Handeln anregen. Dabei wird der Weg zur Lösung eigenständig gefunden und kann durchaus Umwege und Irrtümer enthalten. So entstehen eigene persönliche Erfahrungen und der Inhalt wird intensiv geistig durchdrungen. Diese Form des Lernens setzt allerdings immer gewisse Grundkenntnisse voraus. Denn ohne diese ist die Forderung nach selbstständigem Problemlösen nicht förderlich. Das gilt speziell für abstrakte oder komplexe Inhalte wie z.B. Normen oder Wertmaßstäbe.

Für derartige Fälle sind die komplementär dazu angesiedelten Methoden des Analysierens und Instruierens sinnvoll. Dabei ist der Lernweg zwar vorgegeben, das bedeutet aber keinesfalls, dass selbstständige Aneignung ausgeschlossen ist. So soll die Komplexität der Technik und ihre Vielfalt vertieft erfahrbar werden.

Die nachstehende Abbildung fasst die zentralen Punkte der Unterrichtsmethoden für Technikunterricht noch einmal zusammen.

		Lernrichtungen	
		genetisch-produktives Lernen	instruierend-analytisches Lernen
Gegenstanddimensionen	Sachdimension erschließend	Experiment Konstruktionsaufgabe Fertigungsaufgabe Instandhaltungsaufgabe Recyclingaufgabe	Lehrgang Produktanalyse
	Humandimension erschließend	Projekt Fallaufgabe Planspiel	Erkundung Technikstudie

Abb. 7

KÄSER & STUBER (2017b) formulieren ihre Vorstellung von den neun optimal zweckdienlichen Methoden des Technikunterrichts noch ausführlicher und beschreiben ihre Charakteristiken.

### 6.3.1. Analyse

„Die Analyse beschäftigt sich mit bestehenden technischen Produkten, Prozessen und Sachsystemen“ (KÄSER & STUBER, 2017b, S. 50). Dabei sollen durch die Auseinandersetzung mit realen technischen Artefakten deren Aufbau und Wirkungsweisen erschlossen werden. Die Beschäftigung mit dem zu analysierenden Gegenstand führt zu einem verbesserten Technikverständnis auf der Sachebene. Die Lernerfahrung kann entweder selbstständig oder kooperativ erfolgen.

### 6.3.2. Technisches Experiment

Bei der Durchführung eines technischen Experiments wird eine Fragestellung bzw. eine Hypothese überprüft. Sie kann dabei bestätigt oder widerlegt werden. Im Gegensatz zu naturwissenschaftlichen Experimenten, die den Zusammenhang von Ursache und Wirkung erforschen, sucht ein technisches Experiment nach Zweck-Mittel-Relationen, nach dem „Warum“ und nach Verbesserungsmöglichkeiten. Das Experimentieren führt dabei zu

Wissensgewinn und zur Genese technischen Wissens. Gearbeitet wird entweder paarweise oder in einer Gruppe.

### **6.3.3. Lehrgang**

Hier instruiert die Lehrperson die Schülerinnen und Schüler. Es soll der vorgegebene, „beste“ Weg nachvollzogen und das Gelernte durch selbstständiges Wiederholen umgesetzt und gefestigt werden.

### **6.3.4. Fertigungsaufgabe**

Wie bereits erwähnt, ist die Fertigungsaufgabe, zusammen mit der Konstruktionsaufgabe, als Weiterentwicklung der ursprünglichen Werkaufgabe zu sehen. Das Ziel ist die Herstellung eines vorkonzipierten technischen Gegenstands. Schritt für Schritt werden die Schülerinnen und Schüler an die dafür notwendigen Einzelhandlungen herangeführt. Hilfsmittel hierfür sind umfangreich und können bildliche Darstellungen, Muster, reale Objekte oder Baupläne umfassen.

### **6.3.5. Konstruktionsaufgabe**

Hier liegt der Fokus ganz auf dem Entstehungsprozess von technischen Produkten und seinem Nachvollzug in vollem Umfang. Es gilt, technische Lösungen für spezielle Anforderungen und Bedürfnisse zu entwickeln und umzusetzen. Sämtliche Facetten technischen Handelns wie das Sammeln, Ordnen, Entwickeln, Experimentieren, Planen, Herstellen und Optimieren sind auch in der Konstruktionsaufgabe gefordert. Die Entwicklung folgt funktionalen, konstruktiven und formalen Kriterien und auch die Herstellung des technischen Objekts steht im Zentrum. Durchlaufen wird dieser Prozess im Normalfall alleine, also als Einzelarbeit. Gemeinsam diskutiert werden Fragen nur in Auswertungsphasen.

### **6.3.6. Erkundung**

Die Erkundung erfolgt außerhalb der Schule, an Orten des alltäglichen Lebens. So sollen Einblicke in reale Situationen gegeben werden. Dies kann einzeln, in Gruppen oder im Klassenverband erfolgen.

### **6.3.7. Projekt**

Als Projekt wird ein einmaliges Unterrichtsvorhaben bezeichnet, das bei definiertem Zeitrahmen ein bestimmtes Ziel verfolgt. Dabei sollen selbstbestimmt und zielgerichtet praktische wie theoretische Handlungen erfolgen und so die Wechselwirkung von Theorie und Praxis erfahren werden. Sinnvoll erscheinen in diesem Kontext auch fächerübergreifende Themen.

### **6.3.8. Nutzung und Auflösung**

Da technische Allgemeinbildung nicht nur die Entwicklung und Herstellung technischer Artefakte umfasst, gilt es auch in der Werkerziehung, die Inbetriebnahme, den Gebrauch, die Instandhaltung und die Entsorgung zu thematisieren. Um diese notwendigen Kompetenzen zu erwerben, sind eigene Unterrichtsverfahren unabdingbar.

### **6.3.9. Technikstudie**

Die Technikstudie ist auf die Verbindung von Mensch und Technik fokussiert, interessiert sich für die Auswirkungen von Technik auf die Natur. Es geht darum die technischen Entwicklungen zu untersuchen und aufzuzeigen, ihre Voraussetzungen und Bedingungen zu erschließen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die verschiedenen Autoren zwar in der Anzahl der für sie relevanten Methoden, bzw. ihren genauen Betitelungen geringfügig von einander abweichen, sich jedoch größtenteils einig sind, dass die ursprüngliche Werkaufgabe alleine nicht ausreichend ist, um technische Bildung im vollen Umfang zu ermöglichen. Für ein umfassendes Verständnis von Technik gilt es also, das breite Angebot der unterschiedlichen Unterrichtsmethoden zu nutzen. Ausschlaggebend für die richtige Auswahl ist der Bezug zum vermittelnden Inhalt, da die bloße Verwendung verschiedener Methoden alleine nicht ausreichend ist.

## 6.4. Geeignete Medien

Neben den im vorigen Kapitel vorgestellten Unterrichtsmethoden ist auch der richtige Umgang mit geeigneten Medien ausschlaggebend für einen technisch allgemeinbildenden Werkunterricht. Welche sich dafür konkret anbieten, soll im Anschluss erörtert werden.

SCHMAYL (2013) gliedert die Unterrichtshilfsmittel und Medien für allgemeinbildenden Technikunterricht nach unterschiedlichen Aneignungsmodi. Dabei werden das rezeptive Lernen mit Präsentationsmedien, das reproduktive Lernen mit Reproduktionsmedien und das produktive Lernen mit Genesemedien unterschieden.

Als rezeptives Lernen wird die Vorstellung des Sachverhalts durch Lehrperson und Medien bezeichnet. Das Ziel ist der innere Nachvollzug, unterstützt durch Präsentationsmedien. Reproduktives Lernen meint die aktive Auseinandersetzung mit einem vorgefundenen Lerninhalt durch eigene Tätigkeit auf vorgezeichneten Lernwegen mit Hilfe von Reproduktionsmedien. Produktives Lernen geschieht bei der Vorgabe einer Problemstellung, die selbstständig gelöst werden soll. Der Lernweg wird also von Schülerinnen und Schülern selbst gefunden. Deshalb werden die notwendigen Unterrichtsmedien erst durch die individuellen Überlegungen deutlich. SCHMAYL nennt diese Form Genesemedien. Untenstehende Abbildung verdeutlicht diese drei Aneignungsmodi und zeigt jeweils relevante Beispiele.

technischer Unterrichtsgegenstand	Repräsentationen	Originale Technik und wirklichkeitsnahe Repräsentationen			technische Darstellungen						
		Realsituationen	Materialien und Realobjekte	Realmodelle	bildhafte Darstellungen	sprachliche Darstellungen		symbolhafte Darstellungen			
Aneignungsmodi						Wort	Schrift				
<b>rezeptives Lernen mit Präsentationsmedien</b>	Arbeitsplätze Produktionsstätten Verkehrsanlagen	Demonstrationsobjekte (Werkstoffe, Vorfabrikate, Bauteile, Fertigprodukte), Versuchsanordnungen	Funktionsmodelle Schnittmodelle Anschauungs- und Übersichtsmodelle	Lichtbilder bildhafte Skizzen und Zeichnungen, Technische Zeichnungen Filme	Tonträger CD-ROMs DVDs	Lehrtexte Diagramme Tabellen	Schemata Schaltpläne Formeln	Videofilme Tonbildreihen			
						Komplexdarstellung: Lehr-, Sach- und Handbücher Multimediapräsentationen					
<b>reproduktives Lernen mit Reproduktionsmedien</b>	Praktikumsarbeitsplätze	Demontageobjekte, Untersuchungs- und Testobjekte	gebundene Experimentermodelle, Anfertigungsmodelle	aufgabenhafte Komplexdarstellungen: Arbeitsblätter, Arbeitshefte und Arbeitsbücher, Lernspiele und Lernprogramme							
<b>produktives Lernen mit Genesemedien</b>	technische Bedarfssituationen im Schulleben	Konstruktions- und Fertigungsobjekte (Gebrauchsgegenstände) Reparaturobjekte Versuchsanordnungen	freie Experimentermodelle Konstruktionsmodelle	zu erarbeitende Darstellungen: Skizzen Lichtbilder Technische Zeichnungen Videoaufnahmen							
				Komplexdarstellungen: Arbeitsmappen							

Abb. 8

## 6.5. Der ideale Fachraum

Technikunterricht benötigt einen Raum, der technische Bildung ermöglicht, also einen Fachraum. Dieser stellt die allgemeine und organisatorische Basis des Technikunterrichts dar. Er ist somit ein wichtiger Faktor, aber kein echter Teil des Unterrichtsgefüges. Ein zentrales Anliegen muss die universelle Nutzbarkeit sein. Es handelt sich also um einen multifunktionalen Technikfachraum. Auch die Fächeräume tragen bei optimaler Einrichtung dazu bei sowohl theoretisches wie auch praktisches Lernen zu ermöglichen. Hier sind die zentralen Anliegen die selbstständige Wahrnehmung technischer Probleme, Wissen zu konstruieren und Handeln als geistiges und manuelles Durchdringen des Problems sowie die Bemühung um Lösungen. Eine Aufteilung der Räumlichkeiten in eine Forscherecke, fixe Arbeitsplätze, mobile Arbeitsplätze, Werkzeuge, Lager und Demonstrations- bzw. Ausstellungsraum wären erstrebenswert (KÄSER & STUBER, 2017a).

Im Vergleich zu vielen anderen Aspekten der Technikdidaktik ist in diesem Bereich bereits ein weitestgehend zufriedenstellendes Konzept erarbeitet worden. SCHMAYLS (2013) Vorschlag für die Gestaltung und Aufteilung eines Fachraumes für Technikunterricht ist hierfür ein gutes Beispiel (siehe Abbildung).

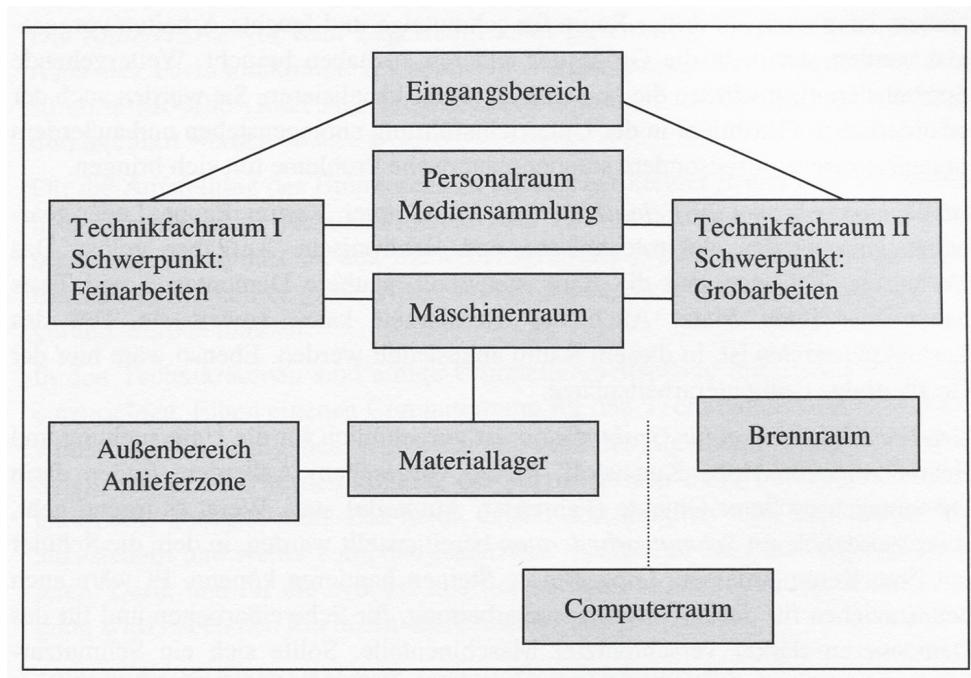


Abb. 9

Da die Abbildung alle wesentlichen Faktoren kompakt auf den Punkt bringt und der Fokus der Arbeit auf dem Unterricht selbst liegt, möchte ich nicht näher auf dieses Thema eingehen. Mit den Überlegungen zur Ausgestaltung des Fachraumes wurden alle wesentlichen Aspekte des Technikunterrichts erörtert, und so eine Basis für die Darstellung konkreter Unterrichtsbeispiele im nächsten Kapitel gelegt. Zuvor werden noch die gesetzlichen Vorgaben zum Werkunterricht an der AHS- Unterstufe untersucht und auf ihre Zugänge zu technischer Bildung eingegangen.

## 6.6. Technisches Werken in der AHS-Unterstufe

Die im aktuell gültigen Lehrplan festgehaltenen Rahmenbedingungen für den Werkunterricht an österreichischen allgemein bildenden höheren Schulen werden auf fünf Seiten recht knapp umrissen. Aufgeteilt in „Bildungs- und Lehraufgabe“, „didaktische Grundsätze“ sowie den „Lehrstoff“ an sich, zeichnet sich ein recht offen gehaltenes Bild mit sehr allgemeinen Formulierungen. Im ersten Abschnitt, der Bildungs- und Lehraufgabe, wird jedoch festgehalten, dass „durch die Auseinandersetzung mit den Sachbereichen „Gebaute Umwelt“, „Technik“ und „Produktgestaltung/Design“ Schülerinnen und Schüler befähigt werden [sollen], das Leben in einer hoch-technisierten Welt in ökologischer, ökonomischer und sozialer Hinsicht zu bewältigen“ (BGBL. II Nr. 133/2000). Eine Formulierung, die durchaus als Anspruch auf technische Allgemeinbildung gedeutet werden kann. Auch die Forderung nach entdeckendem und problemlösendem Lernen im Technischen Werken entspricht den Beschreibungen der Technikdidaktik. Des Weiteren werden als Bildungs- und Lehraufgaben das Erkennen und Lösen technischer und gestalterischer Probleme, die Umsetzung kognitiver Lernprozesse sowie Kompetenzen durch Erfahrungen aus praktischer Arbeit gefordert. Diese Ausführungen erwecken durchaus den Anschein, als wäre das Ziel Technischen Werkens die Vermittlung technischer Bildung nach aktuellen Ansprüchen der Technikdidaktik. Auch die angeführten didaktischen Grundsätze sprechen dafür. Bleibt nur die Frage nach der technischen Allgemeinbildung in der Lehrerausbildung offen, denn solange die zukünftigen Lehrerinnen und Lehrer nicht ausreichend geschult werden, kann auch kaum mit einer Umsetzung auf ausreichendem Niveau im technischen Werkunterricht gerechnet werden.

Lediglich die Formulierung des Lehrstoffs entspricht nicht unbedingt den Ansprüchen einer technischen Allgemeinbildung. Der einzige Vorteil dabei ist, dass sie recht offen gehalten ist, also ausreichend Handlungsspielraum für die Lehrperson zulässt. Des weiteren soll 2021 das Fach mit dem textilen Werkunterricht zusammengelegt werden, dann wäre dieser Lehrplan sowieso obsolet. Es wird sich zeigen, ob der neue Lehrplan dann spezifischere Angaben zum Lehrstoff liefert und in wie weit diese den Anspruch auf technische Bildung weiter vertiefen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass technische Allgemeinbildung durchwegs

vom technischen Werkunterricht gefordert wird. Allerdings liegt die Umsetzung dafür im Ermessen der Lehrperson. Deshalb dürfte es bis dato nicht flächendeckend gelungen sein eine solche auch zu vermitteln.

## 7. Unterrichtsbeispiele

Nachdem nun die zentralen Aspekte der technischen Allgemeinbildung und der Bezug zur Werkerziehung ausgearbeitet wurden, widmet sich dieses Kapitel der Darstellung ausgewählter elektroakustischer Unterrichtsbeispiele. Entstanden sind die folgenden Konzepte im Laufe der letzten Jahre im Rahmen meiner universitären Ausbildung. Sie wurden auch bereits auf ihre Praxistauglichkeit getestet. „Verstärkt!“ ist das Produkt einer Zusammenarbeit mit meinem geschätzten Studienkollegen Christoph Hudl und wurde für die Lehrveranstaltung „Designvermittlung“ ausgearbeitet und erprobt. Die Idee zum „Audioverstärker in der Dose“ als Fertigungsaufgabe für den technischen Werkunterricht entstand während des Besuchs des „Studio Praxistest“, der Elektronikwerkstatt für Lehramtsstudenten der Universität für angewandte Kunst, und wurde während meines fachbezogenen Praktikums mit unterschiedlichen Schulstufen durchgeführt. Das dritte vorgestellte Konzept, „der digitale Stereo-Verstärker“, ist eine Weiterentwicklung des vorigen, da beim Bau des Analogverstärkers kaum Zeit zur Auseinandersetzung mit dem Gehäuse und seinen Auswirkungen auf das Klangbild bleibt.

Die Struktur der Ausführungen ist dabei in Anlehnung an jene von DITTLIS Werkweiser 2 (2007) und Werkweiser 3 (2002) entstanden. Weiters findet sich im Anhang zu den einzelnen Beispielen zugehöriges und vertiefendes Material.

### 7.1. Verstärkt!

Als Einstieg in die Welt der akustischen Signalverstärkung sollen grundlegende Funktions- und Wirkungsweisen der Akustik erfahren werden. Durch freies und experimentelles Austesten sollen dabei die Möglichkeiten und Grenzen der Materie ersichtlich werden. Zusätzlich soll am Ende der Unterrichtseinheiten ein funktionsfähiges Produkt bzw. ein Prototyp entstehen. Das Vorhaben ist dabei als technisches Experiment konzipiert.

### **7.1.1. Allgemeines**

Musik ist auch für Schülerinnen und Schüler ein zentrales und interessantes Thema. Seit Smartphones und MP3-Player populär geworden sind, ist sie fast immer und überall zugänglich. Leider sind damit jedoch auch bei vielen die Ansprüche an das Klangbild gesunken. Kaum jemand fragt sich, weshalb die Musik am Handylautsprecher bescheidener klingt als auf einer Stereoanlage, bzw. was sich dagegen machen lässt. Dabei lässt sich das Klangbild auch von vorgegeben Systemen, wie bei einem fix verbauten Kleinstlautsprecher im Mobiltelefon, ganz einfach akustisch beeinflussen. Diese Idee haben auch Hersteller wie iBamboo, Koostik oder Arkwhat aufgegriffen und bieten akustische Lautsprecherverstärker für Handys aus Bambus, Massivholz, Kunststoff oder Silikon an.

### **7.1.2. Zum Unterrichtsvorhaben**

Der Werkunterricht bietet den perfekten Zugang um Schülerinnen und Schülern mit den eigenen Händen erfahren zu lassen, dass Smartphones zwar das Ausgangsmedium für die Wiedergabe von Musik darstellen, aber erst mittels akustischem Signalverstärker ein den individuellen Bedürfnissen und Vorlieben angepasstes, verbessertes Klangbild entsteht. Damit sollen zum einen die persönlichen Hörgewohnheiten hinterfragt und zum anderen vermittelt werden, dass es jeder und jedem frei steht, mit einfachen Mitteln das Klangbild mobiler Musikwiedergabegeräte so zu beeinflussen, dass ein persönlicher Vorteil daraus entsteht. Es soll ein erster Schritt sein, um die Benutzung technischer Gerätschaften dahingehend zu verändern, dass sie mehr als die Werkzeuge mit Verbesserungspotential wahrgenommen werden, die sie letztlich sind.

Der Unterricht ist dabei so aufgebaut, dass die Schülerinnen und Schüler selbstständig akustische Grundlagen und Phänomene erforschen, und somit den für sie optimalen akustischen Verstärker für ihr persönliches Smartphone oder ähnliche Musikwiedergabegeräte entwickeln können. Ziel ist es, am Ende des Unterrichtsvorhabens eine Konstruktion gefertigt zu haben, die das Originalsignal messbar verstärkt, wobei gleichzeitig das Gerät, für das sie entwickelt wurde, bedienbar bleibt. Abschließend werden die einzelnen akustischen Verstärker verglichen und besprochen auf Grund welcher akustischen Grundlagen die Konstruktion funktioniert.

Lernziele:

- Selbstständig anwendungsbezogen Grundlagen der Akustik kennenlernen
- Die unterschiedlichen akustischen Eigenschaften verschiedenster Materialien austesten
- Einen akustischen Audioverstärker nach den individuellen Bedürfnissen herstellen
- Bearbeitungsmöglichkeiten von Holz, Kunststoff, Karton, Ton, Blech, Styrodur vertiefen

### 7.1.3. Unterricht

Um den doch recht abstrakten Begriff „akustischer Lautsprecherverstärker“ für die Schülerinnen und Schüler greifbarer zu machen, empfiehlt sich zu Beginn eine kleine Einführung in die Akustik und das Ziel des Unterrichtsprojekts. Hilfreich dabei sind vielfältige Beispiele bestehender Produkte und auch von Einzelpersonen entwickelte Prototypen, wie sie im Internet in Bild- und auch Videoform massenhaft zu finden sind. Wichtig dabei ist es, die Materialvielfalt dazustellen, um möglichst viel Freiraum für den eigenen Entwurf der Kinder zu lassen. Es soll lediglich ein Denkanstoß für die eigenen Ideen geliefert werden, um so vom abstrakten Begriff zu einem konkreten, umsetzbaren Vorhaben zu gelangen.

Nach dem kurzen Einblick in die Materie folgt der praktische Teil des Unterfangens, bei dem jede und jeder verschiedene Materialien auf ihre akustischen Fähigkeiten und Eigenschaften testen soll, um so die ideale Basis für den persönlichen Verstärker zu finden. Sobald das optimale Verstärkerelement gefunden wurde, besteht die weitere Herausforderung darin, das Mobiltelefon bzw. den MP3-Player so in das Werkstück zu integrieren, dass das Gerät bedienbar bleibt und das Lautsprechersignal messbar verstärkt wird.

Nach der Fertigstellung der Werkstücke bzw. nach dem Ende der Entwicklungsphase werden alle Verstärker auf ihren Wirkungsgrad sowie ihre Funktionsweise getestet und untersucht. Das bedeutet, dass zum einen der Dezibelunterschied zwischen verstärktem und nicht verstärktem Signal gemessen wird und zum anderen der Einfluss auf das Klangbild besprochen wird. Die Messung erfolgt mittels Schallpegelmessgerät oder, falls kein solches Gerät zur Verfügung steht, einfach mittels Schallpegelmess-App. Diese sind in unterschiedlicher Qualität gratis zu erwerben, wobei die Qualität dabei auch keine all

zu große Rolle spielt, solange alle Verstärker einheitlich, also mit dem selben Gerät bzw. mit der selben App gemessen werden, da vorerst der einheitliche Vergleich im Zentrum der Untersuchung steht. So lässt sich das Werkstück mit dem größten Lautstärkezuwachs ermitteln. Da aber gleichermaßen die Soundqualität wie auch die Lautstärke von Interesse sind, ist die Auswirkung auf das Klangbild ebenso relevant wie die Verstärkung des Ausgangssignals. Die Qualität lässt sich dabei zwar schlecht beurteilen, da das Ziel dabei ist, die subjektiv optimalste Klangverbesserung zu erzielen. Was jedoch im Kollektiv besprochen und verglichen werden kann, ist die Auswirkung auf die verschiedenen Frequenzbereiche. Wie wirkt sich der Verstärker auf den Hochtonbereich aus? Ist das verstärkte Signal „schriller“ oder „stumpfer“ als das Ursprungssignal? Weshalb ist das so? Wie klingt der Mittelfrequenzbereich? Ist der Einfluss auf den Stimmwiedergabebereich positiv? Wirkt das Signal klarer oder dumpfer? Und zu guter Letzt: Wird auch der Bassbereich beeinflusst und wenn ja wie? Da der untere Frequenzbereich bei Kleinstlautsprechern kaum vorhanden ist, wird sich dabei zwar die wenigste Veränderung erreichen lassen aber auch hier ist eine Verbesserung möglich.

Das Ziel des Unterrichtsvorhabens ist es, einen akustischen Signalverstärker zu bauen, der die individuellen Anforderungen an das Klangbild so optimal wie möglich unterstützt. Daher kann nach dem Vergleich der Ergebnisse im wesentlichen abgeschlossen werden. Wer sich noch eingehender mit dem Projekt befassen möchte, kann nach der Besprechung noch eventuell entstandene Ideen für Verbesserungen umsetzen lassen.

#### **7.1.4. Weiterführendes**

Wer besonders interessiert an der Thematik ist, oder mehr Zeit in die gemeinsame Untersuchung der Ergebnisse investieren möchte, kann auch auf die unterschiedlichen Auswirkungen der verschiedenen verwendeten Materialien, Bauweisen und Formen eingehen, und die Schülerinnen und Schüler erarbeiten lassen, ob sich eventuell bei ähnlichen Formen und Materialien ähnliche Einflüsse auf das Klangbild feststellen lassen. Wichtig dabei ist, im Hinterkopf zu behalten, dass das Gehör und somit das wahrgenommene Klangbild immer sehr subjektiv ausfällt und auch von der Tagesverfassung abhängig ist. Auch das kann thematisiert werden, indem gefragt wird, ob es in der Gruppe überhaupt

möglich ist, den Einfluss auf das Signal für alle Schülerinnen und Schüler einheitlich zu beschreiben und festzuhalten.

## 7.2. Der Audio-Verstärker in der Dose

Das zweite Unterrichtsbeispiel versteht sich als Einstieg in die Welt der Elektronik. Es geht darum, selbst Hand anzulegen, selber ein funktionsfähiges, alltagstaugliches Gerät zu bauen. Durch die Kenntnisse über den Aufbau entsteht dabei gleichzeitig die Fähigkeit zur Reparatur bei eventuell auftretenden Abnutzungerscheinungen.

Ziel ist es, einen Schaltplan lesen zu lernen und die daraus gewonnenen Informationen umzusetzen. Es wird also ein konkretes Produkt mittels vorgegebenem Plan gebaut, um so die Grundlagen der Elektronik zu verstehen. Dieses Vorhaben ist also als Fertigungsaufgabe konzipiert.

### 7.2.1. Allgemeines

In unserer Gesellschaft sind elektronische Schaltungen und Geräte fixer Bestandteil des Alltags. Jede und jeder bedient täglich verschiedenste elektronische Geräte und Schaltungen. Angefangen beim Strom im Haushalt bis hin zu sehr komplexen fast undurchschaubaren Schaltplänen in Geräten wie Mobiltelefonen, Fernsehern, Computern, Radios und anderen Audiogeräten. Für fast jede Tätigkeit im Alltag gibt es ein elektronisches Helferlein, aber kaum jemand weiß, welche technischen Bauteile dahinter stecken, wie sie funktionieren, oder wie man von einem Schaltplan zu einem funktionierenden Gerät kommt. Daher trauen sich auch die wenigsten selbst Hand anzulegen, wenn ein Produkt nicht mehr ganz so funktioniert, wie es eigentlich sollte. Viele Hersteller elektronischer Geräte bauen ihre Produkte auch gezielt so auf, dass eine Reparatur so gut wie unmöglich wird. Ganz zu schweigen von der Garantie, die sofort erlischt, sobald man das Gehäuse öffnet. Es scheint ganz so, als würden die Konsumentinnen und Konsumenten gezielt im Dunkeln gehalten, um Verkaufszahlen zu steigern, anstatt ein Bewusstsein für Umwelt, Reparatur und Recycling zu schaffen.

Mit dem Audioverstärker in der Dose soll ein erster Einblick in die Welt der Elektronik ermöglicht werden. Gleichzeitig sollen die oft vorhandenen Berührungsängste mit der

Materie gemindert werden. Die Idee ist, Schülerinnen und Schülern anhand des Themas Musik, das doch eine recht wichtige Rolle einnimmt, zu zeigen, dass man sehr wohl selbst Geräte bauen und gestalten kann, die einen Vorteil im Alltag mit sich bringen. Ein Beispiel hierfür ist ein mobiler Kleinlautsprecher, der die Klangqualität mobiler Wiedergabegeräte erheblich verbessert. Das dafür notwendige Know-How kann dabei fast nebenbei erworben werden. Dadurch, dass selbst Hand angelegt wird, sollen grundlegende Wirkungsweisen der Elektronik anschaulich gemacht und verstanden werden, und gleichzeitig auch ein Bewusstsein dafür geschaffen werden, dass Dinge, die selbst gebaut wurden, auch eigenhändig wieder repariert werden können. Durch die Fehlersuche bei nicht korrekter Funktion oder Ermüdungserscheinungen wird das Verständnis für elektronische Schaltungen zusätzlich geschärft und vertieft.

### **7.2.2. Zum Unterrichtsvorhaben**

Das Ziel der Fertigungsaufgabe ist es, einen funktionsfähigen, alltagstauglichen, aktiven, mobilen Kleinlautsprecher zu bauen.

Der Aufbau des Verstärkers bietet die Möglichkeit zur Vermittlung eines umfangreichen elektronischen Basiswissens. Die erste grundlegende Voraussetzung für ein funktionstaugliches Endergebnis ist die Identifikation sämtlicher Einzelteile, in diesem konkreten Fall also eines integrierten Schaltkreises, eines Potentiometers, verschiedener Widerstände und Kondensatoren. Dafür wiederum ist ein gewisses Maß an Know-How über Form und Funktion dieser Bauteile Voraussetzung. Auch der Aufbau selbst, ob temporär auf einer Steckplatine oder dauerhaft durch verlöten der Komponenten auf z.B. einer Universal-IC-Platine, erfordert elementare Material- und Werkzeugkenntnisse. Weiters ist für das fehlerfreie Zusammenfügen der Komponenten auch ein Mindestmaß an theoretischem Verständnis von elektrischem Strom und Widerstand, sowie elektrischer Spannung und Leistung erforderlich.

Essenziell dabei ist der Erwerb von, und die Auseinandersetzung mit, elektronischen Grundlagen durch die praktische Anwendung, die wiederum ein Alltagsbedürfnis zu befriedigen verspricht, nämlich Musik hören zu können. Der LM386 kann dabei helfen, Möglichkeiten und Grenzen der Soundwiedergabe und -wahrnehmung aufzuzeigen und bietet die Gelegenheit, Ideen und Fragestellungen dazu schlichtweg auszuprobieren. Warum

ist der Klang eines Musiktitels auf einem Mobiltelefon anders als auf einer Stereoanlage? Liegt es an der Größe der Lautsprecher? Was passiert, wenn man das Signal auf einen größeren Lautsprecher schickt? Warum bietet diese Lösung nicht unbedingt eine Verbesserung der Tonqualität? Wie kann der Klang verbessert werden?

All das sind Fragen die je nach dem angestrebten Zeitrahmen angeschnitten oder ausführlich behandelt werden können, definitiv aber eine Sensibilisierung der auditiven Wahrnehmung ermöglichen.

Lernziele:

- Elektronische Bauteile und ihre Schaltzeichen erkennen
- Schaltpläne lesen und verstehen
- Den Aufbau des Stromkreises erkennen und umsetzen
- Das Verfahren Weichlöten erlernen, festigen und selbstständig anwenden
- Grundlagen der Akustik verstehen
- Auditiver Wahrnehmung schulen

### 7.2.3. Unterricht

Um die eigentliche Aufgabe und Arbeit des Verstärkers besser nachvollziehen zu können, ist zu Beginn ein gemeinsames Gespräch über die Audioqualität von Handylautsprechern ratsam. Dabei können alle Verbesserungsvorschläge gleich ausprobiert werden. Dazu empfiehlt sich ein Verstärkerbausatz und eine Steckplatine. So lässt sich gleich testen, was passiert, wenn zum Beispiel ein größerer Lautsprecher als jener, der im Mobiltelefon verbaut ist, direkt angespielt wird. Auf dieser Basis wiederum kann man weiter überlegen, warum ein eigentlich besserer Lautsprecher allein nicht zu einem besseren Klangbild führt, denn dieser benötigt natürlich mehr Energie als vom Audiosignal alleine geliefert wird, um sein volles Potential auszuschöpfen. So werden spielerisch die zentralen Aufgaben eines Operationsverstärkers ausgetestet, und die Schülerinnen und Schüler kommen mit den erforderlichen Bauteilen sowie physikalischen Grundlagen in Kontakt. Zusätzlich zum Aha-Erlebnis, wenn der provisorisch aufgesteckte Verstärker zum ersten Mal zu arbeiten beginnt und der Unterschied zu den bisherigen Ansätzen hörbar wird, bietet sich an, die Schülerinnen und Schüler den fertigen Schaltkreis via „Reverse Engineering“, also zu Deutsch umgekehrt

entwickeln, untersuchen zu lassen, bis alle verwendeten Elemente bestimmt und sich ihre Funktionsweisen klar zuordnen lassen. So lernen sie nicht nur die Bauteile sondern auch ihre Schaltzeichen kennen und sollten im Idealfall, natürlich mit Unterstützung der Lehrperson, in der Lage sein den Schaltkreis des fertigen Produkts rekonstruieren zu können. Sie erarbeiten sich also selbst eine Anleitung für den Audioverstärker und sollten dadurch einen praktischen Bezug zu Schaltzeichen und Plänen bekommen. Durch das gemeinsame Experimentieren kommen die Schülerinnen und Schüler nicht nur mit allen Bauteilen in Kontakt, sondern können auch alle notwendigen Bearbeitungstechniken an Ort und Stelle ausprobieren.

Einzig für das Herstellen einer korrekt funktionierenden, also elektrisch leitenden, Lötstelle empfiehlt sich eine Einschulung, bevor jede und jeder für sich ein eigenes Lautsprecherbauprojekt starten kann.

Mit dem im Vorfeld sozusagen selbstständig erarbeiteten Schaltplan und den beim Austesten vermittelten elektronischen Grundlagen, sollten die Schülerinnen und Schüler in der Lage sein, den Verstärker in der Dose eigenständig aufzubauen.

#### **7.2.4. Weiterführendes**

Der LM386 ist ein Mono-Audio-Verstärker-IC in PDIP-8 Bauweise. Das bedeutet, dass es sich um einen in Plastik vergossenen integrierten Schaltkreis (Integrated Circuit, kurz: IC), also eine Kombination aus passiven und aktiven elektronischen Bauteilen, in zweireihigem Gehäuse (Dual In-Line Package) mit jeweils vier Anschlussstiften pro Reihe, handelt. Der Niederfrequenz-Breitbandverstärker besitzt einen Differenz-Eingangsverstärker mit einer Stromspiegel-Schaltung und eine Gegentaktendstufe. Er kann mit 4 bis 12 Volt betrieben werden, verstärkt das Eingangssignal 20-fach und erzeugt dabei eine Leistung von etwa 300 Milliwatt (siehe Datenblatt LM386). Trotz der geringen Ausgangsleistung ist er überall dort, wo keine Hifi-Ansprüche oder große Lautstärken gefragt sind, eine sehr kostengünstige Verstärkerlösung mit verschiedenen Ausbaumöglichkeiten. Mit nur zwei zusätzlichen Bauteilen kann man eine frequenzabhängige Verstärkung erzielen, bei der besonders der Bassbereich um rund 80 Hz angehoben wird. Dadurch klingen kleine Lautsprecher weniger schrill. Die sehr geringe Verlustleistung und die Notwendigkeit von

nur einer Betriebsspannung sind ideal für den Batteriebetrieb. Um das Schwingen durch eine nachgiebige Spannungsquelle, wie eine Batterie zu verhindern, reicht ein einfacher Entkoppelungs-Elko. Für die Inbetriebnahme werden also neben einer Stromquelle, wie einer 9V Blockbatterie, nur ein Lautsprecher und ein Audiokabel mit 3,5 mm Klinkenstecker zur Verbindung mit der gewünschten Klangquelle, 4 Kondensatoren, 3 Widerstände und optional, um ein Übersteuern des Eingangssignals zu vermeiden, ein Potentiometer, also ein regelbarer Widerstand, benötigt. Alles zusammen ist für unter 10 Euro erhältlich.

Mit zusätzlichen Bauteilen kann die Schaltung bei Bedarf auch noch ausgebaut werden. So lässt sich zum Beispiel ganz leicht eine Kontrollled mit einbauen, die leuchtet, sobald der Verstärker eingeschaltet wird und zusätzlich ein optisches Feedback gibt, ob und wann der Verstärker in Betrieb ist. Bei mobilen Geräten ist dies ein sehr nützliches Feature, da sich beim Transport gelegentlich der Schalter umlegen kann. Eine weitere Ausbaustufe wäre die Möglichkeit, mittels zusätzlichem Schalter und einer Klinkenbuchse auf den Zusammenschluss von zwei Verstärkern und dadurch die Wiedergabe in Stereo zu ermöglichen. Dies geschieht, indem je nach Belieben das linke oder rechte Lautsprechersignal über den zusätzlichen Schalter entweder zum Lautsprecher, der vom eigenen Verstärker betrieben wird, gelenkt wird, oder eben auf die Buchse, und somit als Klangquelle für den zweiten Verstärker dient.

### 7.3. Der digitale Stereo-Verstärker

Der letzte vorgestellte Unterrichtsinhalt knüpft an die beiden vorangegangenen an. Es geht darum, das bestehende Wissen um Akustik und Elektronik zu vertiefen und erste Einblicke in die „Königsdisziplin“ im Hifi-Bereich, den Lautsprecherbau, zu ermöglichen.

Durch die Verwendung eines vorgefertigten Verstärkers kann der Fokus ganz beim Gehäusebau und der Klangverbesserung bleiben. Durch „Trial and Error“ sollen die akustischen Grundlagen vertieft und das „Beste“ aus dem Lautsprecher gemacht werden. Er ist also als Konstruktionsaufgabe angelegt.

### **7.3.1. Allgemeines**

Wenn es darum geht, Musik zu hören und zu genießen, stellt sich für viele die Frage welches der unzähligen erhältlichen Produkte am besten den persönlichen Anforderungen entspricht. Neben dem zur Verfügung stehenden Budget, das oftmals darüber entscheidet, ob im Hifi-Sektor gesucht wird, oder bei aktiven Studiomonitoren, Stereoanlagen, Kompaktanlagen oder tragbaren Geräten, spielt auch die Verfügbarkeit eine Rolle. Jedoch wäre die eigentliche Frage die es zu stellen gilt: Wieso baue ich mir nicht das optimal auf meine Bedürfnisse zugeschnittene Lautsprecherpaar?

Auch in diesem Bereich sind die Berührungsängste oft zu groß. Genau auf diese Problematik zielt das letzte vorgestellte Unterrichtsbeispiel ab. Den Schülerinnen und Schülern soll spielerisch vermittelt werden, dass die Entwicklung und Optimierung von Lautsprechergehäusen zum einen durchaus mit Spaß verbunden sein kann, der Stolz auf das eigene Werk bei weitem die kurzfristige Freude beim Kauf eines fertigen Produkts übersteigt und zusätzlich auch noch die Geldtasche geschont wird.

### **7.3.2. Zum Unterrichtsvorhaben**

Im Vergleich zu den vorangehenden Unterrichtsbeispielen liegt der Schwerpunkt nicht mehr bei einer Veränderung des Audiosignals, bzw. beim Aufbau eines Audioverstärkers, sondern soll eine erste Annäherung an die Königsdisziplin im Hifi-Bereich, den Lautsprecherbau, ermöglichen. Der verwendete Audioverstärker, der PAM8403, ist ein vorgefertigtes Modul, das neben einer Spannungsquelle und Lautsprechern nichts weiter zur Inbetriebnahme benötigt. Er ist dabei sehr energieeffizient, kompakt und leistungsstark bei gleichzeitig sehr geringem Preis. Dadurch kann die volle Aufmerksamkeit der Konstruktion der Lautsprechergehäuse gewidmet werden. Das Ziel dabei ist ein individuelles, geschlossenes Gehäuse zu entwerfen, das durch Form, Größe und Dämmung das Optimum an Klangqualität aus den verwendeten Lautsprechern herausholt. Dafür ist eine grundlegende Kenntnis über die akustischen Gegebenheiten beim Lautsprecherbau notwendig, die im Vorfeld vermittelt werden sollte. Der Vorteil der Breitbandkleinlautsprecher LSM-104/SQ ist, neben ihrem sehr niedrigen Anschaffungspreis, das sehr direkte Feedback. Jede Veränderung des Gehäuses lässt sofort die positiven oder negativen Auswirkungen akustisch wahrnehmbar werden. So kann spielerisch erforschend jede Idee zur Verbesserung des Klangbildes ausgetestet, und

die optimale Kombination aus Material, Form und Bedämmung gefunden werden. Da die subjektiven Anforderungen an das Klangbild im Normalfall recht unterschiedlich ausfallen, sollte auch eine große Bandbreite an unterschiedlichen Lautsprecherpaaren entstehen, die ebenso unterschiedlich aussehen, und eventuell auch klingen, wie die Charaktere der Schülerinnen und Schüler.

Lernziele:

- Aneignung der wichtigsten Grundlagen zum Thema Lautsprecherbau
- Den Unterschied zwischen analogen und digitalen Verstärkern kennen lernen
- Selbstständig die praktischen Auswirkungen des Gelernten austesten und somit festigen
- Fähigkeiten beim Weichlöten ausbauen und verbessern
- Design der Lautsprecherboxen entwickeln, testen und verbessern

### 7.3.3. Unterricht

Um in der praktischen Arbeitsphase möglichst frei und ausgiebig am „perfekten“ Sound tüfteln zu können, gilt es zunächst, die essenziellsten Grundlagen des Lautsprecherbaus sowie den Aufbau und die Funktion eines elektroakustischen Schallwandlers zu vermitteln. Wie funktioniert ein Lautsprecher? Warum ist ein Gehäuse von Nöten? Welche Bauformen gibt es? Inwiefern beeinflussen Volumen, Material und Dämmung den Klang?

Da in diesem Fall mit einem digitalen Verstärkermodul gearbeitet wird, ist auch eine kurze Erklärung zur Wirkungsweise und zum Unterschied zu analogen Verstärkern als Ergänzung sinnvoll, auch wenn am Verstärker selbst nur wenig Hand angelegt werden muss, um ihm Leben einzuhauen. Dennoch bleibt er das Herzstück des zu entwickelnden aktiven Lautsprecherpaars und sollte daher in groben Zügen verstanden werden, wenngleich das Hauptaugenmerk auf dem Design und der Optimierung des Gehäuses liegt.

Nun sollen die theoretischen Grundlagen am eigenen Entwurf auf Herz und Nieren getestet werden. Den Schülerinnen und Schülern steht frei, mit welchen Materialien sie ihre Lautsprechergehäuse bauen und dämmen wollen. Um jedoch zu komplexe Aufbauten zu vermeiden, gilt für alle die Vorgabe eines geschlossenen Gehäuses. Als einzige Ausnahme kann für besonders interessierte und motivierte Heranwachsende auch mit kontrollierten

Undichtheiten experimentiert werden. Das bedeutet, dass sich in manchen Fällen ein nicht ganz luftdichtes Gehäuse, also kleine Löcher oder Spalten, bei kleinen Lautsprechern auch positiv auf das Klangbild auswirken können. Jede und jeder soll ein den individuellen Ansprüchen gerecht werdendes Lautsprecherpaar entwickeln.

Am Ende der gestalterischen Entwicklungsphase ist eine gemeinsame Besprechung der Ergebnisse von Vorteil. So können die unterschiedlichen Ergebnisse verglichen, ihre Bauart und Wirkungsweise anhand der vorangegangenen Theorielection erörtert, und das Verständnis dafür gefestigt werden.

#### 7.3.4. Weiterführendes

Beim PAM8403 handelt es sich um einen Klasse D Audio Verstärker. Er arbeitet digital, was bedeutet, dass er nur zwei Zustände kennt, maximal leitend oder maximal isolierend. Mittels Techniken wie der Pulsweitenmodulation werden so die Wellenformen, die ein analoges Audiosignal darstellt, emuliert und verarbeitet. Dank dieses Verfahrens ist der Verstärker wesentlich energieeffizienter als eine vergleichbare analoge Endstufe, wodurch die zwei Mal 3 Watt Ausgangsleistung trotzdem eine lange Batterielaufzeit ermöglicht. Alle erforderlichen Bauteile, also das PAM8403 Verstärkermodul, die beiden LSM-104/SQ Lautsprecher, die notwendigen Verbindungskabel, das 3,5mm Klinkenkabel, die Batteriehalterung für 4xAA Batterien, der Widerstand zur Regulierung der Ausgangsspannung auf 5V und der Ein-/Ausschalter sind für circa 8 € erhältlich. Für 6 € mehr können die LSM-104/SQ Lautsprecher durch die deutlich besseren Visaton FR 7 ersetzt werden, wodurch der Spielraum beim Gehäusebau wesentlich breiter ausfällt. Auch bei der Spannungsquelle gibt es je nach Budget verschiedene Ausbaustufen. So könnten anstatt der 4 AA-Batterien auch ein Lithium-Ionen Akku (Typ 18650) verwendet werden. Dieser spart Platz und Gewicht, und ermöglicht ein Wiederaufladen mittels Micro-USB-Kabel. Zusätzlich werden dann auch noch ein Laderegler und ein Step-Up-Board benötigt. Letzteres erhöht die 3,6 V Akkuspannung auf die benötigten 5V.

## 8. Schlussbetrachtung

Nach der ausgiebigen Auseinandersetzung mit der Frage nach der Bedeutung von technischer Allgemeinbildung kann ganz grundlegend festgehalten werden, dass jeder und jedem der Zugang dazu ermöglicht werden soll. Dies erfordert, dem Anspruch auf die Erreichung von Allgemeinbildung im Durchlaufen der verpflichtenden Schuljahre mehr Aufmerksamkeit zu schenken, um so den gesetzlichen Bildungszielen wieder zu entsprechen. Es genügt demnach nicht, die Lehrpläne mit pädagogischen Modeworten auszuschmücken, sondern es ist auch an deren Umsetzung im Schulalltag zu arbeiten, bzw. eine generelle Umstrukturierung des Systems, samt bildungstheoretischem Verständnis von Technik von Nöten. Dabei ist die Lehrerinnen- und Lehrerausbildung ein zentraler Ansatzpunkt. Denn sofern diese nicht mit dem entsprechenden Verständnis und elementaren Kenntnissen ausgestattet werden, bleibt die Umsetzung im Schulalltag illusorisch. Es wäre demnach dringend notwendig, die sanften Anspielungen des Lehrplans für Technisches Werken in der AHS-Unterstufe sinngemäß umzusetzen, und somit eine technische Allgemeinbildung zu ermöglichen, die zukünftige Generationen mit den Fähigkeiten ausstattet, den Alltag mit, und die Beurteilung von Technik auf adäquatem Niveau zu gewährleisten. Ein Zugang, mit dem nach wie vor viele Werkpädagogen überfordert scheinen, da sie selbst nicht ausreichend geschult wurden. Außerdem erhalten die klassischen, „etablierten“, und teilweise auf die Fähigkeiten der Lehrperson beschränkten Inhalte zu viel Aufmerksamkeit.

Nichts desto trotz besteht in den gegebenen Rahmenbedingungen des Technischen Werkens genug Spielraum, um explizit auf die Forderungen der Technikdidaktiker nach technischer Bildung einzugehen, und so jedem Schüler und jeder Schülerin zu ermöglichen, die sie umschließende technische Welt reflektiert wahrzunehmen und mit essenziellen Grundfähigkeiten ausgestattet, auch an ihr Teil zu haben.

Technische Allgemeinbildung ist demnach eindeutig Aufgabe der Werkerziehung und bedarf der richtigen Inhalte und Methoden, um ausreichend vermittelt zu werden. Der zentrale Ansatzpunkt liegt dabei auf der Freiheit, Schülerinnen und Schüler selbstständig Probleme

lösen zu lassen. Denn nur wer selbst wahrnimmt, erkennt, überlegt und handelt, kann Erkenntnisse auch vergleichbaren Problemen zuordnen. Es geht also um die persönlichen Erfahrungen, die den Lernweg optimal unterstützen. Da dies ein Weg ist, der in sonst kaum einem Schulfach beschritten werden kann, speziell durch die haptische Charakteristik der Werkerziehung, kommt ihr in diesem Kontext besondere Aufmerksamkeit zu. Es ist die zentrale Qualität Technischen Werkens, dass mit allen Sinnen gearbeitet wird, und somit ein vernetztes Verständnis für Technik aufgebaut werden kann.

Ein Vorschlag zur praktischen Umsetzung wurde mit den drei ausgearbeiteten Unterrichtsbeispielen erbracht. Die Idee dahinter ist, dass sie zwar unabhängig voneinander durchführbar, gleichzeitig aber auch aufeinander aufbauend sind, um so, beim Erarbeiten aller drei, zu einem steigenden Niveau technischer Bildung zu führen.

Ich für meinen Teil nehme jedenfalls den Anspruch auf technische Allgemeinbildung sehr ernst und hoffe, diesen auch entsprechend vermitteln zu können. Ich freue mich auf den bevorstehenden neuen Lebensabschnitt und die damit verbundene Praxis, der ich nach der intensiven, theoretischen Auseinandersetzung mit dem Thema wieder mehr Aufmerksamkeit widmen möchte.

## 9. Literaturverzeichnis

Dittli, V. (Hrsg.). (2007). *Werkweiser 2 für technisches und textiles Gestalten - Handbuch für Lehrkräfte 3.-6. Schuljahr* (4. Auflage). Bern: blmv, sabe, swch.ch

Dittli, V. (Hrsg.). (2002). *Werkweiser 3 für technisches und textiles Gestalten - Handbuch für Lehrkräfte 7.-9. Schuljahr*. Bern: schulverlag, swch.ch

Güdel, K. (2017). Technikinteresse. Bildung. In T. Stuber (Hrsg.), *Technik und Design: Grundlagen*. (S. 50-61). Bern: hep Verlag Ag.

Heitzmann, A. (2017). Technik begreifen. In T. Stuber (Hrsg.), *Technik und Design: Grundlagen*. (S. 62-73). Bern: hep Verlag Ag.

Höpken, G., Osterkamp, S. & Reich G. (Hrsg.) (2007). *Warum wir alle mehr über Technik wissen müssen*. Villingen Schwenningen: Neckar-Verlag GmbH

Kath, F. M. (2002) Wie erreicht der Paradigmenwechsel beim Unterrichten die Sekundarstufe? In Graube, G. & Theuerkauf, W. E. (Hrsg.) *Technische Bildung: Ansätze und Perspektiven*. (S.31-46) Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH, Europäischer Verlag der Wissenschaften

Käser, A. & Stuber, T. (2017a). Technikdidaktische Grundlagen. In T. Stuber (Hrsg.), *Technik und Design: Grundlagen*. (S. 170-201). Bern: hep Verlag Ag.

Käser, A. & Stuber, T. (2017b). Technikdidaktische Grundlagen. In T. Stuber (Hrsg.), *Technik und Design: Handbuch für Lehrpersonen. Spiel, Mechanik, Energie*. (S. 30-61). Bern: hep Verlag Ag.

Knolle, H. W. & Rehrmann K. F. (1971a). *Didaktische Strukturen des Werkunterrichtes* (1.Band). Hannover: Hermann Schroedel Verlag KG

Knolle, H. W. & Rehrmann K. F. (1971b). *Didaktische Strukturen des Werkunterrichtes* (2.Band). Hannover: Hermann Schroedel Verlag KG

Litterst, J. (2002) Naturwissenschaftliche und Technische Bildung. In Graube, G. & Theuerkauf, W. E. (Hrsg.) *Technische Bildung: Ansätze und Perspektiven*. (S.13-16) Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH, Europäischer Verlag der Wissenschaften

Meyer-Dohm, P. (2002) Technische Bildung und ihre Bedeutung für die Gesellschaft. In Graube, G. & Theuerkauf, W. E. (Hrsg.) *Technische Bildung: Ansätze und Perspektiven*. (S.17-30) Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH, Europäischer Verlag der Wissenschaften

Möller, K. (2017). Lernen ermöglichen. In T. Stuber (Hrsg.), *Technik und Design: Handbuch für Lehrpersonen. Spiel, Mechanik, Energie*. (S. 62-67). Bern: hep Verlag Ag.

Österreichisches Parlament. Bgbl. 133/2000. Online verfügbar unter [https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/2000\\_133\\_2/2000\\_133\\_2.pdf](https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/2000_133_2/2000_133_2.pdf), zuletzt geprüft am 13.3.2019.

Ropohl, G. (2009). *Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik*. München: KIT Scientific Publishing.

Schlagenhauf, W. (2017). Technik und Technische Bildung. In T. Stuber (Hrsg.) ,*Technik und Design: Grundlagen*. (S. 26-37). Bern: hep Verlag Ag.

Schmayl, W. (1989). *Pädagogik und Technik: Untersuchungen zum Problem technischer Bildung*. Heilbrunn: Kinkhardt

Schmayl, W. (2013). *Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

## 10. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Aus: HÖPKEN u.A., 2007, S. 33 (Ebenen von Theorie und Praxis in der technischen Bildung)	21
Abb. 2:	Aus: SCHMAYL, 2013, S. 102 (Ebenen von Theorie und Praxis in der technischen Bildung)	26
Abb. 3:	Aus: SCHMAYL, 2013, S. 119 (Genese der technikdidaktischen Richtungen)	30
Abb. 4:	Aus: SCHMAYL, 2013, S. 121 (Kriterien einzelner Autoren zur Einteilung technikdidaktischer Ansätze)	33
Abb. 5:	Aus: GÜDEL, 2007, S. ?? (Rahmenmodell der Interessensgenese mit den drei „Basic Needs“ Kompetenzerleben, Autonomie und zoziale Eingebundenheit. KRAPP, 1998)	40
Abb. 6:	Aus: SCHMAYL, 2013, S. 147 (Lernzielrichtungen nach WILKENING [WILKENING & SCHMAYL 1984, S. 120])	45
Abb. 7:	Aus: SCHMAYL, 2013, S. 214 (Ordnung methodischer Grundformen des Technikunterrichts)	51
Abb. 8:	Aus: SCHMAYL, 2013, S. 237 (Medienordnung des Technikunterrichts)	55
Abb. 9:	Aus: SCHMAYL, 2013, S. 257 (Fachraumsystem des Technikunterrichts)	56

## 11. Anhang

### 11.1. Verstärkt!





**CupSpeakers**  
iPod Ghetto Accessory  
[www.zaggs.org](http://www.zaggs.org)

## **Idee / Ausgangspunkt / Motivation**

Als Beispiel in der LV erwähnt, weckten die Cup Speakers unser beider Interesse. Beim Café danach frustrierten die ersten Funktionstests, da das Design zwar vielversprechend aussieht, jedoch in akustischer Hinsicht unbrauchbar ist. Als Problem erwiesen sich die Kopfhörer, da ihr Ausgangspegel zu schwach ist, um die Bechermembran in Schwingung zu versetzen.

## Research

Von der Idee, die Klangqualität bzw den Pegel mobiler Klangquellen (Handy, Mp3-Player, Laptop) zu beeinflussen inspiriert, durchforsteten wir das Netz nach mehr Informationen zu dem Thema:



[koostik.com]

## ArkCanary II

[blog.ausgefallene-ideen.com]



[ibamboospeaker.com]

**iBamboo Speaker**

## Silicone Trumpet

[alibaba.com]



## trumpet amplifier

[technabob.com]





**iVictrola**  
[mroutre.com]

# Das Projekt



## Vorbereitung

Fasziniert von Vielfalt und Kreativität der bereits vorhandenen Produkte machten wir uns im Baumarkt auf die Suche nach günstigen und effektiven Klangkörpern. Vom Blumentopf aus Ton, über Keksdo-sen aus Metall bis hin zu Abwasserroh- ren und Trichtern aus Plastik erstellten wir ein möglichst buntes Grundsortiment als Basis für die eigenen Versuche, den Klang des Lautsprechers eines Mobiltelefons zu verbessern und zu verstärken.

## Umsetzung

Um möglichst viel Raum für Ideen zu lassen, entschieden wir uns für eine sehr reduzierte Einführung in die Thematik (siehe Arbeitsblatt „Verstärkt!“). Mittels Trial and Error Experimenten sollten so eigenständig die notwenigen Erkenntnisse gesammelt werden. Als Übergang zur praktischen Arbeitsphase zeigten wir noch vier sehr unterschiedliche Ansätze:



**Mini Koo** [www.youtube.com/watch?v=Rxu-14ccvE0](http://www.youtube.com/watch?v=Rxu-14ccvE0)

**iVictrola** [www.youtube.com/watch?v=KzQVI2ig4pE](http://www.youtube.com/watch?v=KzQVI2ig4pE)

**iBamboo** [www.youtube.com/watch?v=4\\_nfnQheqnU](http://www.youtube.com/watch?v=4_nfnQheqnU)

**Trumpet** [www.youtube.com/watch?v=pAAYi4mVcH0](http://www.youtube.com/watch?v=pAAYi4mVcH0)

# 🔊 VERSTÄRKT!

## **Aufgabe:**

Verstärke das Audiosignal des MP3 Players akustisch, mit Hilfe der mitgebrachten Materialien.

Am Ende der Arbeitszeit (nach ca. 60 Min.) solltest du eine freistehende Konstruktion gebaut haben, die das Ausgangssignal messbar verstärkt. Dabei sollte der MP3 Player bedienbar bleiben.

## **Notizen:**

\* verwendete Materialien

\* Form, Gewicht & Größe

\* Lautstärke & Frequenz

\* Vor- und Nachteile der Konstruktion

## Baustelle







## Soundcheck

Nach der einstündigen Produktionsphase folgte der gemeinsame Funktionstest und die Analyse der einzelnen Projekte. Dabei zeigte sich, dass jede Konstruktion den Lautstärkepegel messbar verstärkte. Wobei sich je nach Material und Form sehr unterschiedliche Klangbilder ergaben.



## **Resüme**

Alles in allem recht zufrieden mit dem Ergebnis, könnte bei zukünftigen Wiederholungen des Projekts bei der Besprechung der Ergebnisse mehr auf die akustischen Hintergründe eingegangen werden, die die Funktion der einzelnen Klangkörper erst ermöglichen.

---

## 11.2. Der Audio-Verstärker ...in der Dose

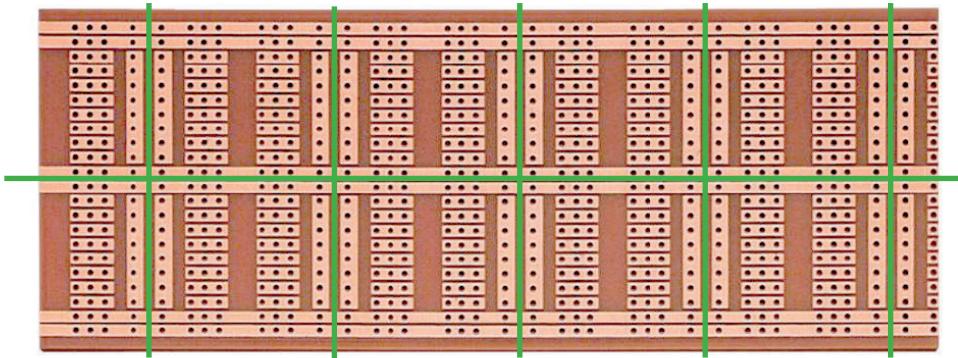
---



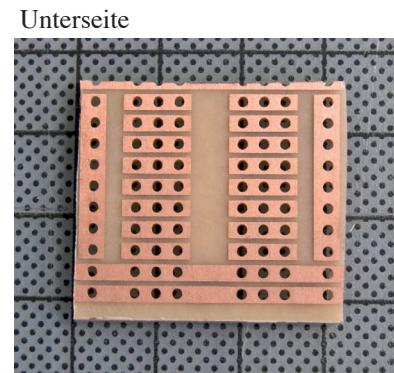
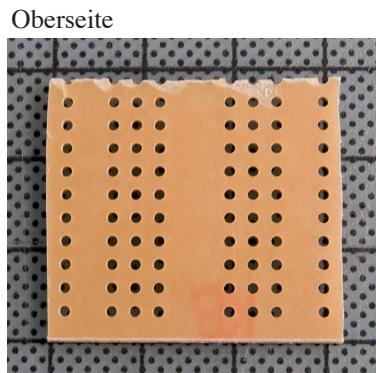
Fabian Neuhuber

## Erklärung der Bauteile

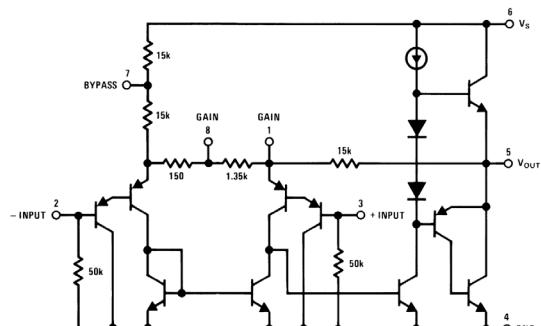
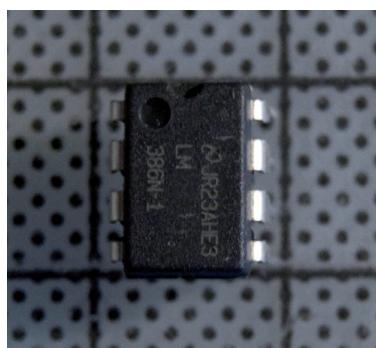
IC-Platine



Die Platine, auch Leiterplatte genannt, dient der mechanischen Befestigung, sowie der elektrischen Verbindung elektronischer Bauteile. In diesem Fall besteht die Platine aus Hartpapier mit Kupfer-Auflagen und wird an den eingezeichneten (grünen) Linien auseinander gesägt um den Verstärker so kompakt wie möglich zu halten. Die Ausgangsbasis sollte wie folgt aussehen:



IC LM386

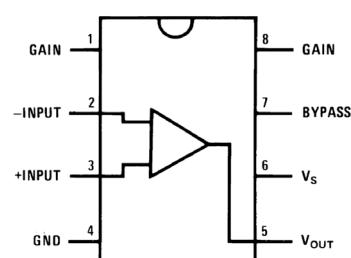


IC steht für Integrated Circuit, also zu Deutsch: Integrierter Schaltkreis. In dem schwarzen Kunststoffgehäuse befindet sich also ein eigenständiger Schaltkreis, der wiederum aus einer bestimmten Anzahl verschiedener, miteinander verbundener elektronischer Bauteile besteht. Wie aus dem abgebildeten Schaltplan abzulesen ist, sind im LM386 verschiedene Widerstände, Dioden und Transistoren verbaut, die in dieser speziellen Anordnung das schwache Audio-Signal des Kopfhörerausgangs eines MP3-Players, bzw. Smartphones, soweit verstärken, dass damit ein Lautsprecher zum Schwingen gebracht werden kann.

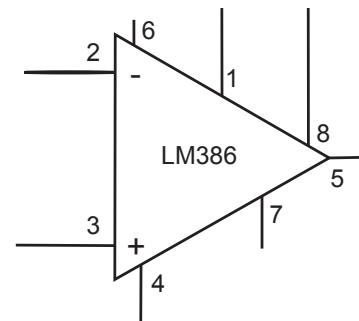
Die 8 Beinchen des LM386 werden auch als Pins bezeichnet und besitzen jeweils unterschiedliche Funktionen, die an der nachfolgenden schematischen Zeichnung abzulesen sind. Wichtig dabei ist, dass gegen den Uhrzeigersinn, reihum gezählt wird. Eine kleine halbrunde Einkerbung und / oder eine kleine kreisförmige Vertiefung kennzeichnen das „obere“ Ende des Gehäuses.

Die zweite Abbildung zeigt das Schaltzeichen für den LM386 Verstärker.

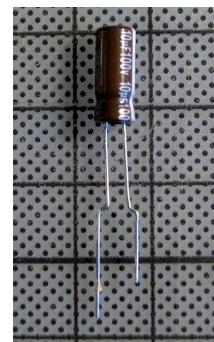
Pin-Belegung



Schaltzeichen

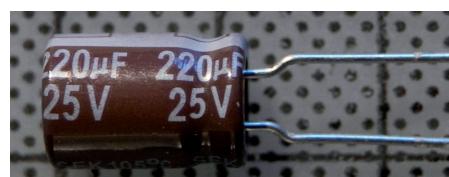


## Kondensator



Kondensatoren können elektrische Ladungen speichern und dadurch Spannungsänderungen ausgleichen. Gemessen wird die speicherbare Kapazität in „Farad“. Bei den abgebildeten Kondensatoren handelt es sich um sogenannte „Elkos“ (Elektrolytkondensatoren). Die beiden unterschiedlich langen Beinchen sind ein Hinweis auf die zu beachtende Einbaurichtung. Der Strom muss immer durch das lange Beinchen in den Kondensator und durch das kurze wieder ab fließen. Deshalb ist auch über dem kurzen Bein ein grauer Streifen mit Minus Symbolen aufgedruckt. Weiters ist immer die Speicherkapazität sowie die maximal zulässigen Betriebsspannung vermerkt.

Beschriftung



Schaltzeichen

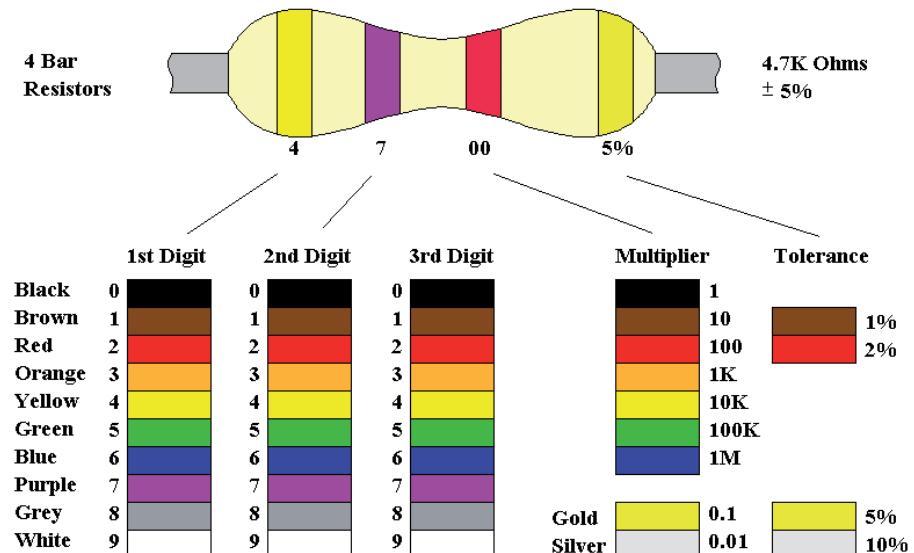


## Widerstand

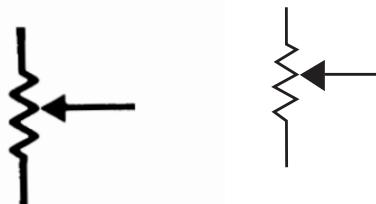


Schaltzeichen

Der Widerstand bremst die Durchflussgeschwindigkeit des elektrischen Stroms. Je größer also der Widerstand durch den Strom fließen muss, desto kleiner wird die Spannung (Volt). Die Größe des Widerstands wird in Ohm ( $\Omega$ ) angegeben und ist mittels Farbcodes am Bauteil vermerkt, wobei die ersten beiden Ringe Ziffern, der dritte den Multiplikator und der vierte Ring die Toleranz bestimmen.



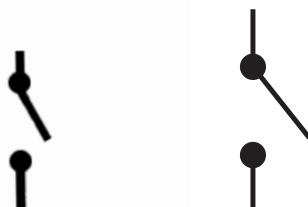
## Potentiometer



Schaltzeichen

Ein Potentiometer ist ein, durch mechanische Bewegung veränderbarer Widerstand, das je nach Einstellung den Stromfluss fast gar nicht bis hin zur maximalen angegebenen Widerstandsleistung (hier  $10\text{k}\Omega$ ) bremst. Dadurch kann das Ausgangssignal (am Mittleren Pin) nach Belieben gedrosselt werden.

## Schalter



Schaltzeichen

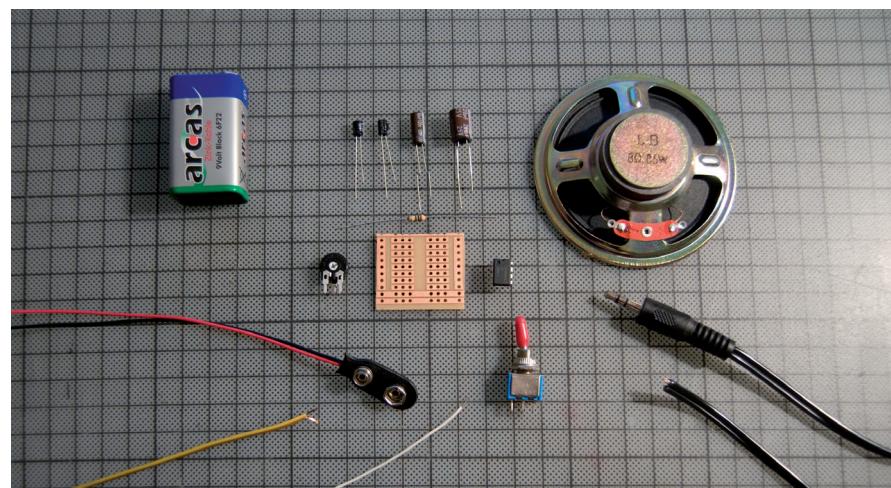
Der Schalter ermöglicht die Unterbrechung des Stromflusses. Diese Unterbrechung erfolgt immer zwischen dem mittleren und einem der beiden äußeren Pins. Auf der Abbildung besteht zwischen dem linken und dem mittleren Pin keine Verbindung, wohingegen zwischen dem mittleren und dem rechten der Stromkreis geschlossen ist.

## Liste aller benötigten Teile

Dose mit Deckel  
Batterie  
0.1 $\mu$ F Kondensator (2x)  
10 $\mu$ F Kondensator  
220 $\mu$ F Kondensator  
Lautsprecher  
Potentiometer 10k $\Omega$   
IC-Platine  
IC LM386  
3.5mm Klinkenstecker + Kabel  
Batterieclip  
Schalter  
Flachbandkabel  
Schaltdraht

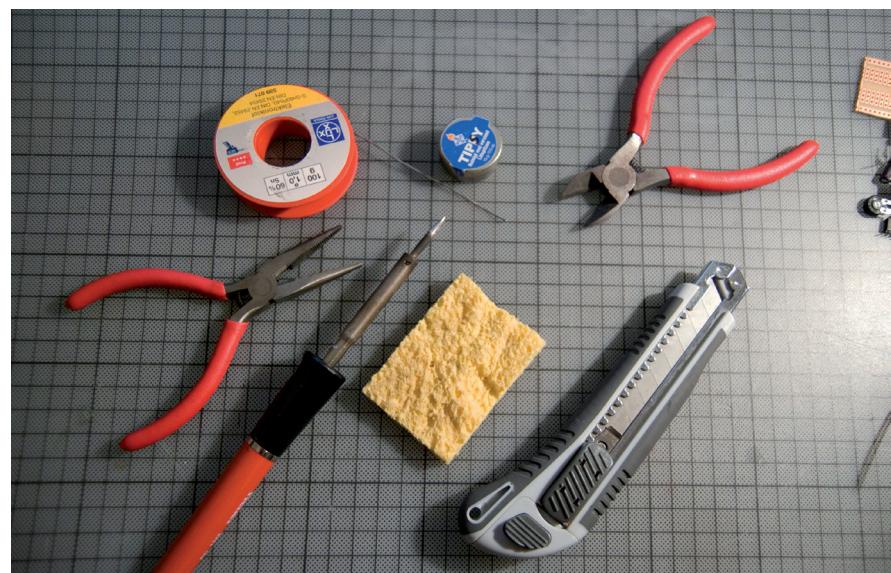


Bei Metalldosen unbedingt den Innenraum isolieren, da es sonst zum Kurzschluss auf der Platine kommen kann.



## Werkzeug

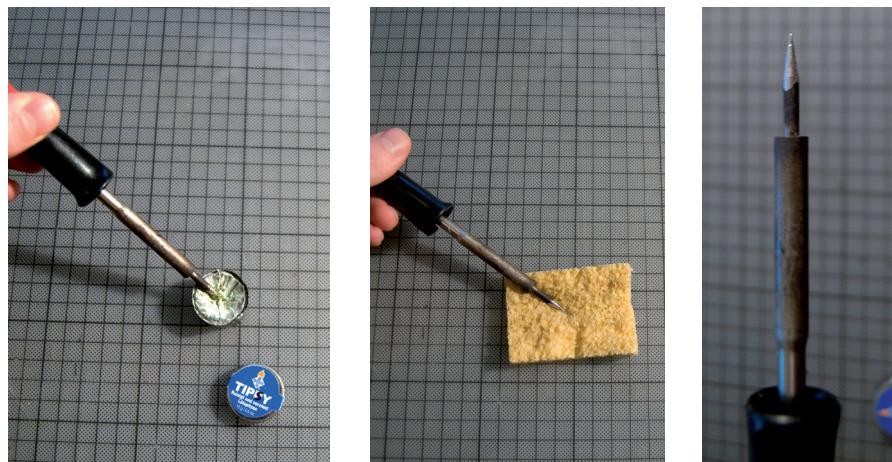
Elektronik-Lötkolben (max 40W, 350°, dünne Lötspitze)  
Lötzubehör (Elektroniklot, Lötschwamm, Entlötpumpe, TIPPY - Lötspitzenreinigung)  
Seitenschneider, Kombizange, Stanley-Messer  
kleiner Schraubenzieher zum Einstellen des Potentiometers  
Bohrmaschine mit 5 & 6 mm Bohrer



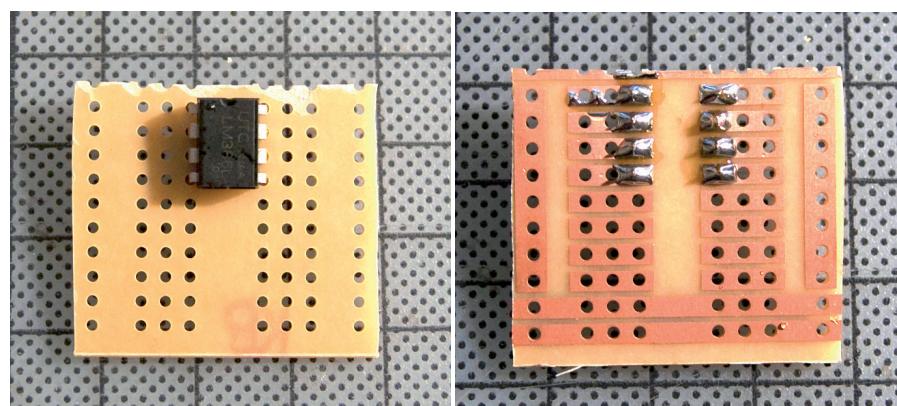
# Arbeits-Schritte

## 1. LM386 auf die Platine Löten

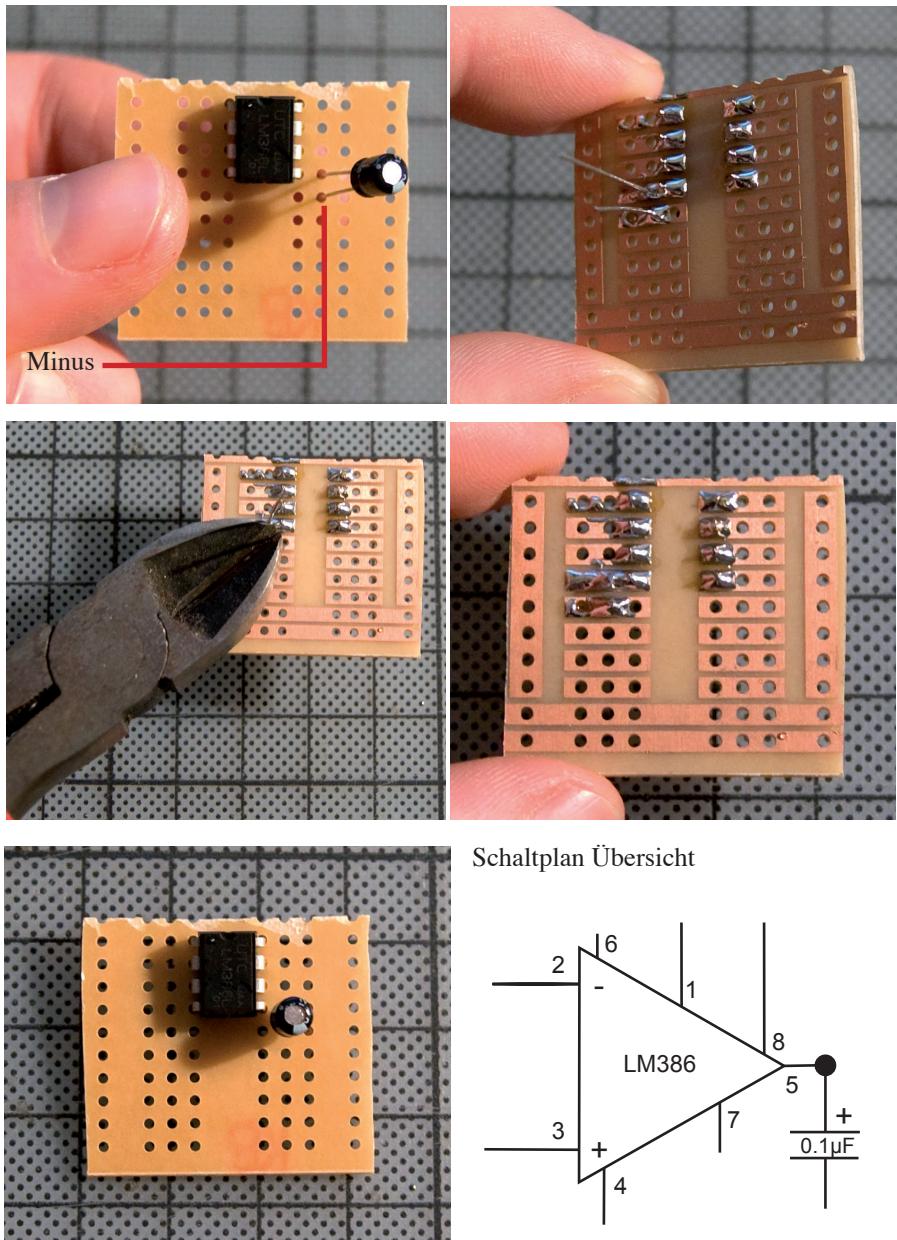
Bevor mit dem ersten Arbeitsschritt, dem Fixieren des IC's auf der Platine begonnen werden kann, sollte die Lötspitze sorgfältig gereinigt werden. Nachdem der Lötkolben die Betriebstemperatur erreicht hat, die Lötspitze mit Tippy von Verkrustungen befreien und am Schwamm abwischen. Auch während des Arbeitens sollte stets auf eine saubere Lötspitze geachtet werden, da sich das Lötzinn sonst nicht gleichmäßig an der Lötspitze verteilen kann.



Jetzt kann der IC auf der Platine platziert werden. Wichtig dabei ist die Ausrichtung (halbrunde Einkerbung muss oben sein). Beim Löten müssen beide zu verbindenden Komponenten (IC-Pin und Kupferschicht an der Platine) mit der Lötspitze gleichzeitig erhitzt und anschließend durch einen Tupfer mit dem Zinn auf die erhitzen Bauteile verbunden werden. Die einzelnen Kupferbahnen dürfen nicht durch das Zinn miteinander verbunden werden, da sonst Kurzschluss entsteht.

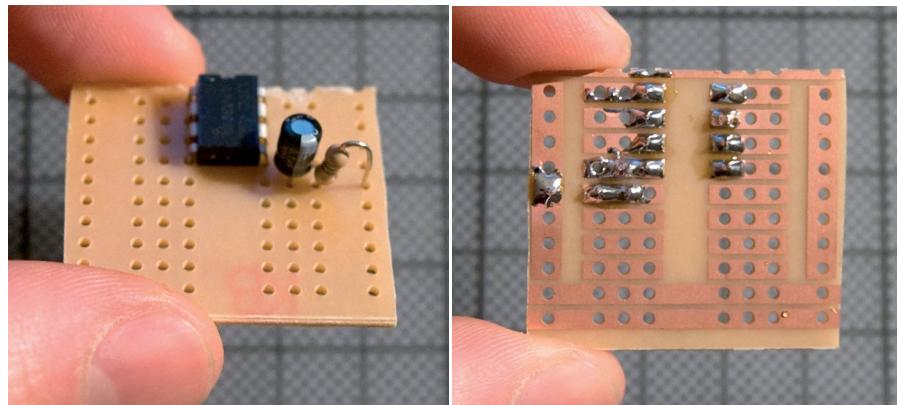


## 2. Der erste Kondensator



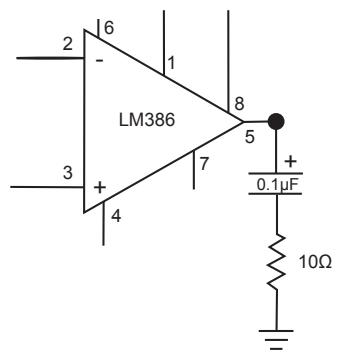
Nachdem der  $0.1\mu\text{F}$  Kondensator wie am ersten Bild gezeigt platziert und verlötet wurde (Einbaurichtung beachten; Minus unten), die Beine möglichst knapp an der Platine abwickeln.

### 3. Der Widerstand



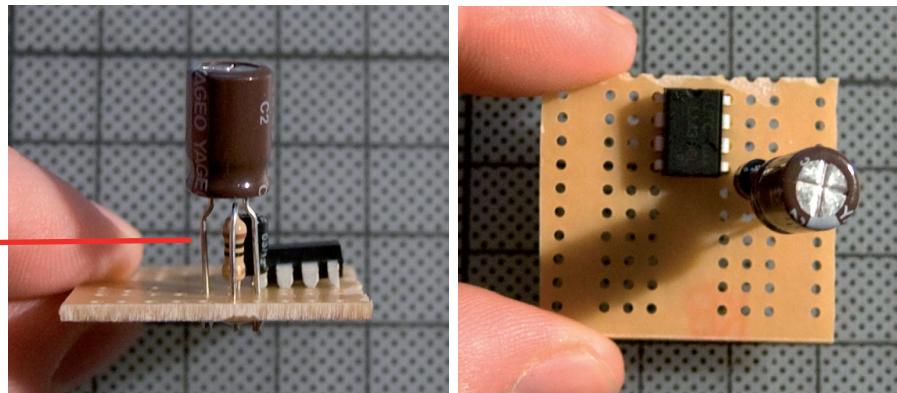
Beim Widerstand gibt es keine Einbaurichtung zu beachten. Gezeigt ist die platzsparendste Bauvariante.

Schaltplan Übersicht

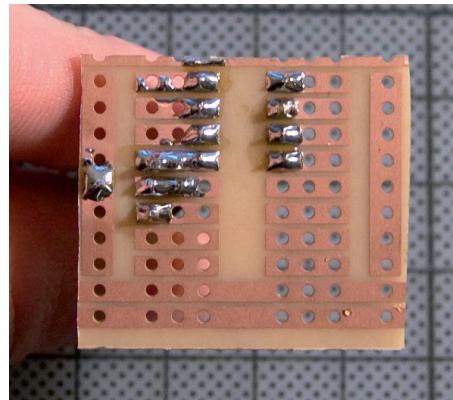
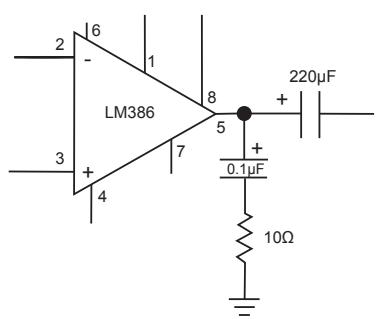


### 4. $220\mu\text{F}$ Kondensator

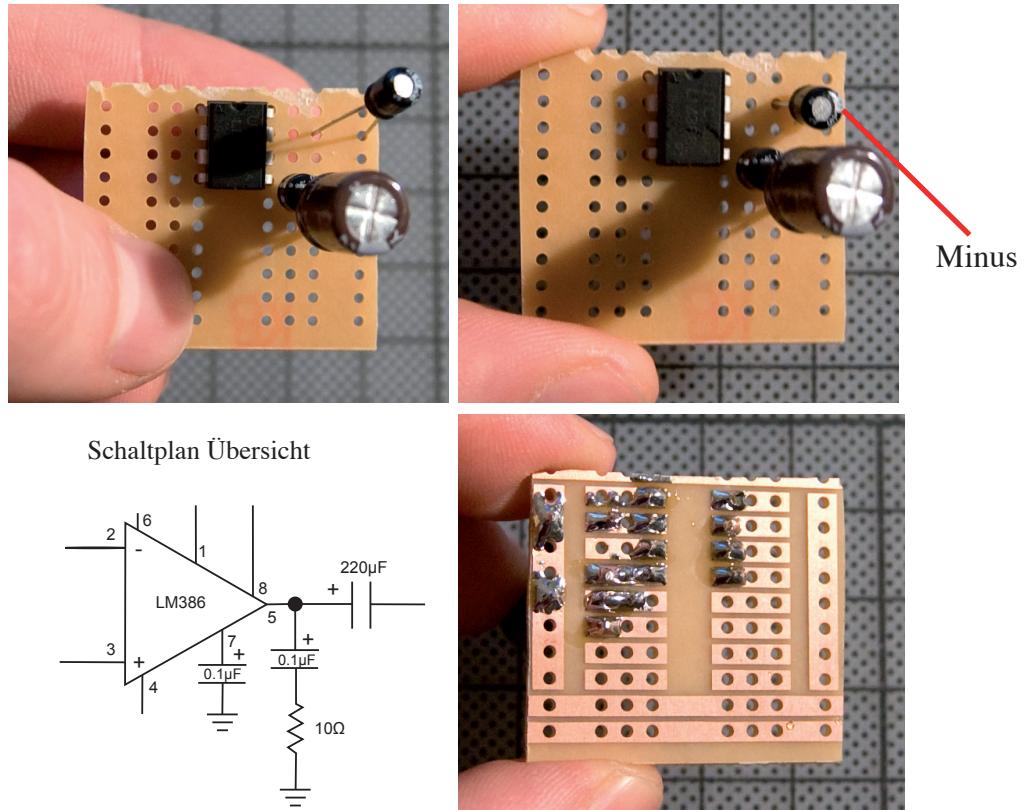
Minus  
Wichtig:  
Beine dürfen  
sich nicht be-  
rühren!



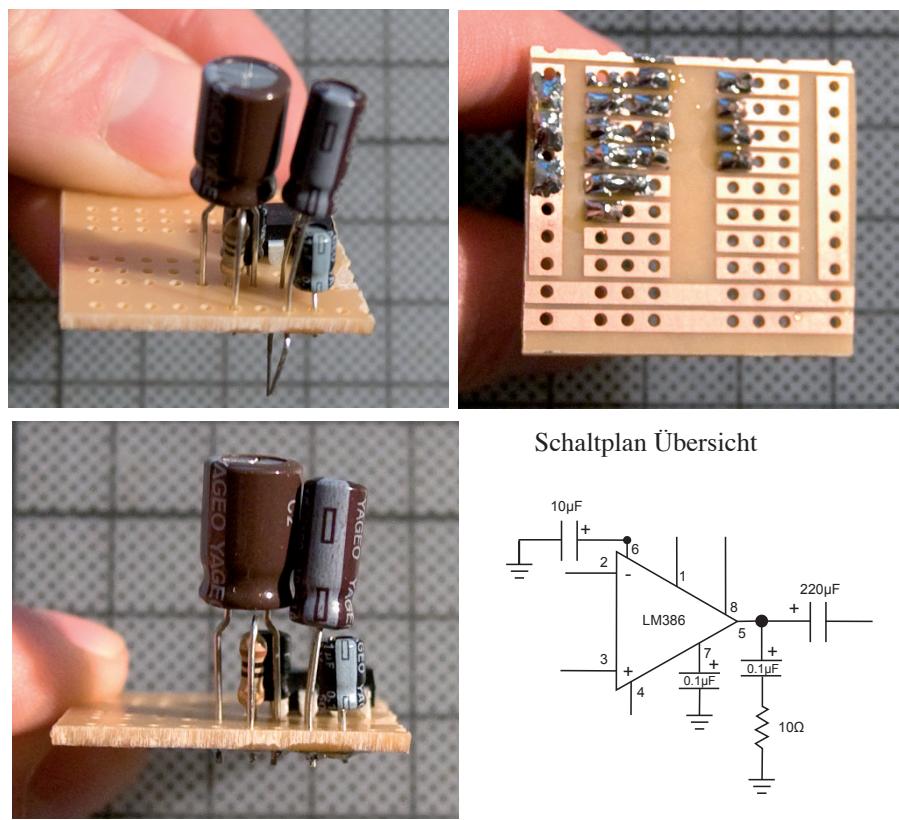
Schaltplan Übersicht



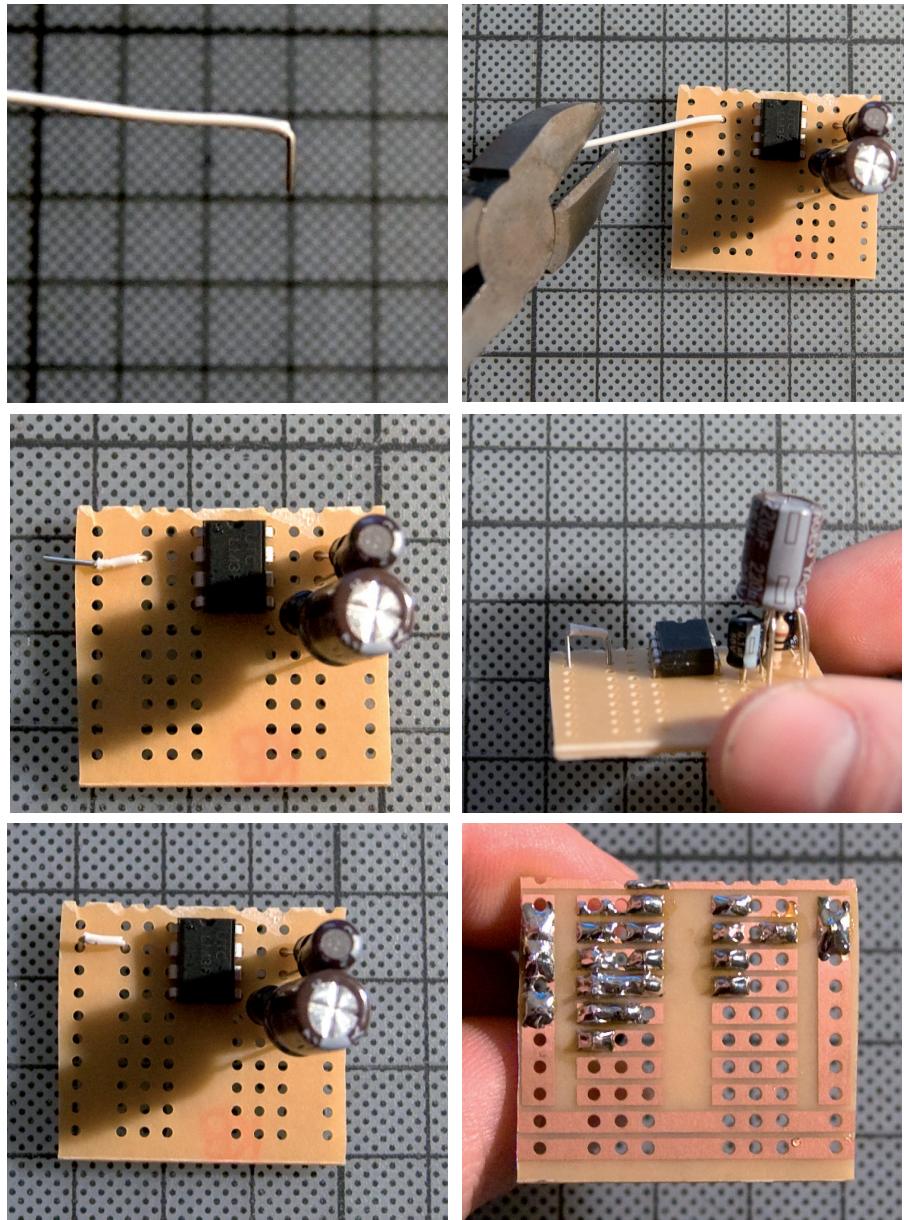
## 5. Wieder $0.1\mu\text{F}$



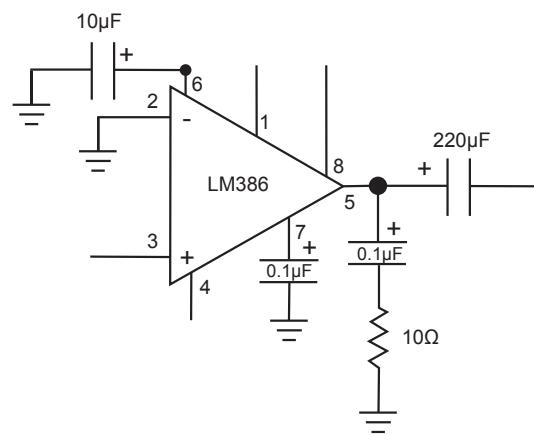
## 6. Der letzte Kondensator



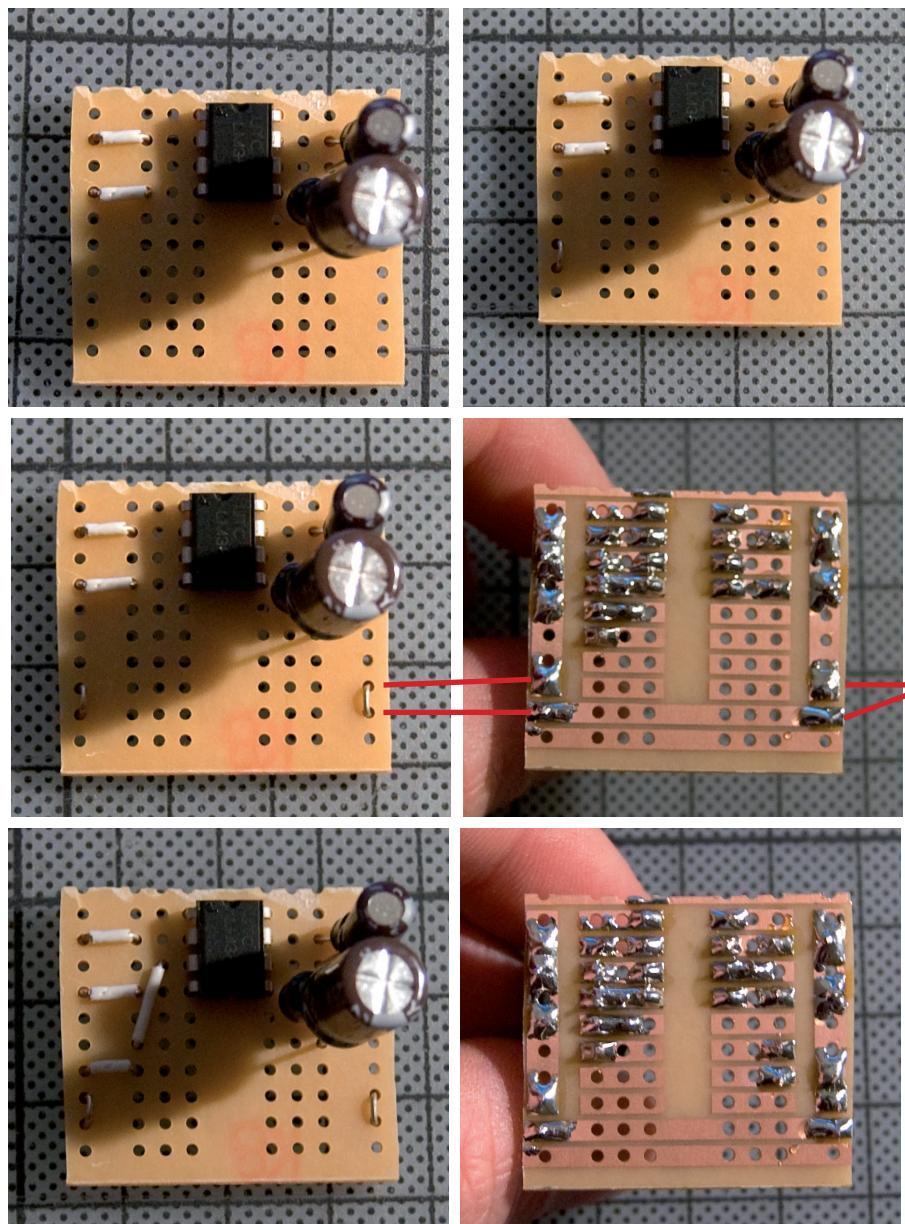
## 7. Verdrahten



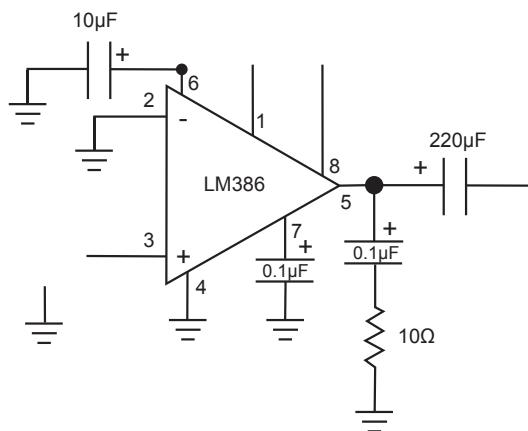
Schaltplan Übersicht



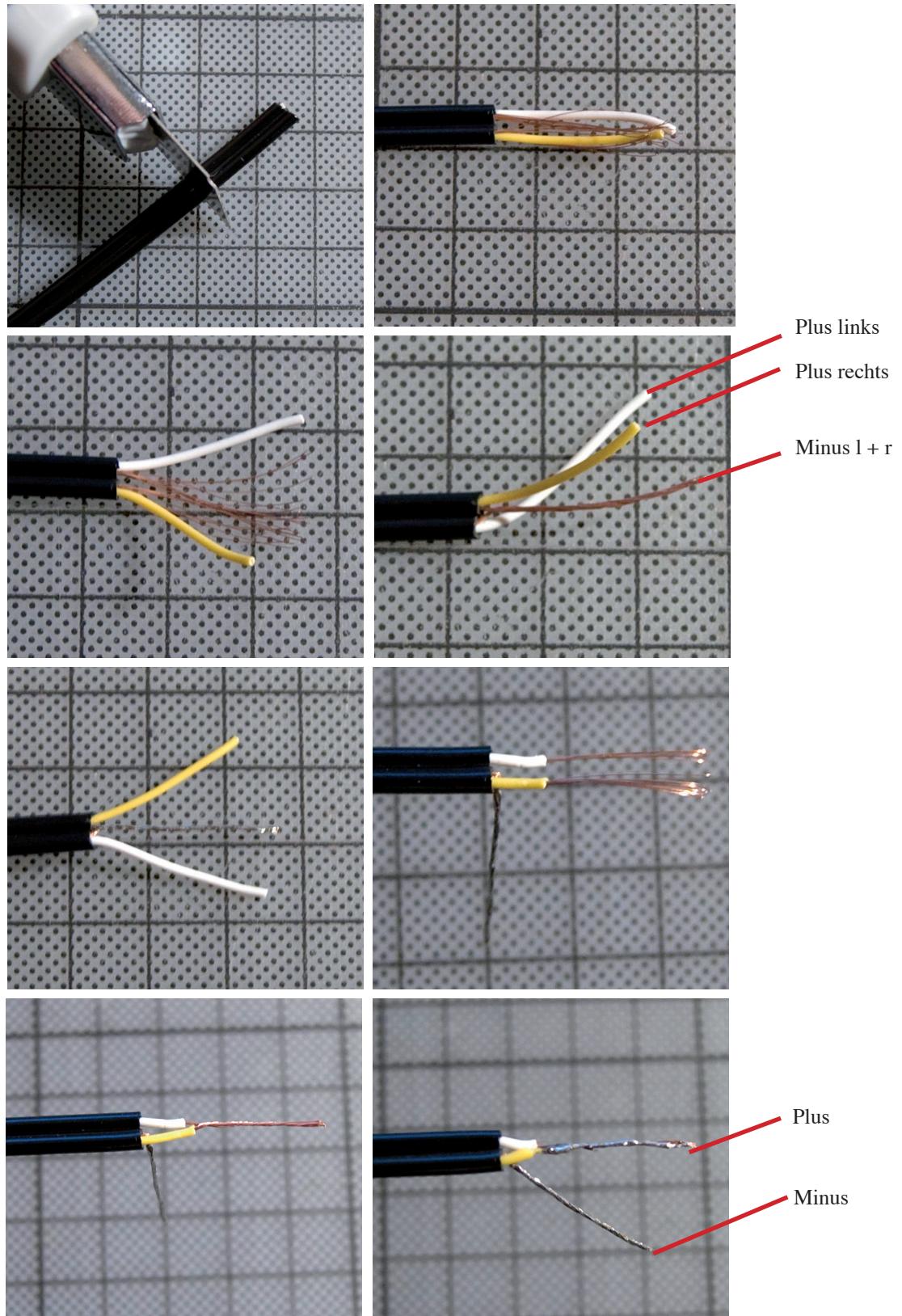
## 8. Mehr Draht



## Schaltplan Übersicht

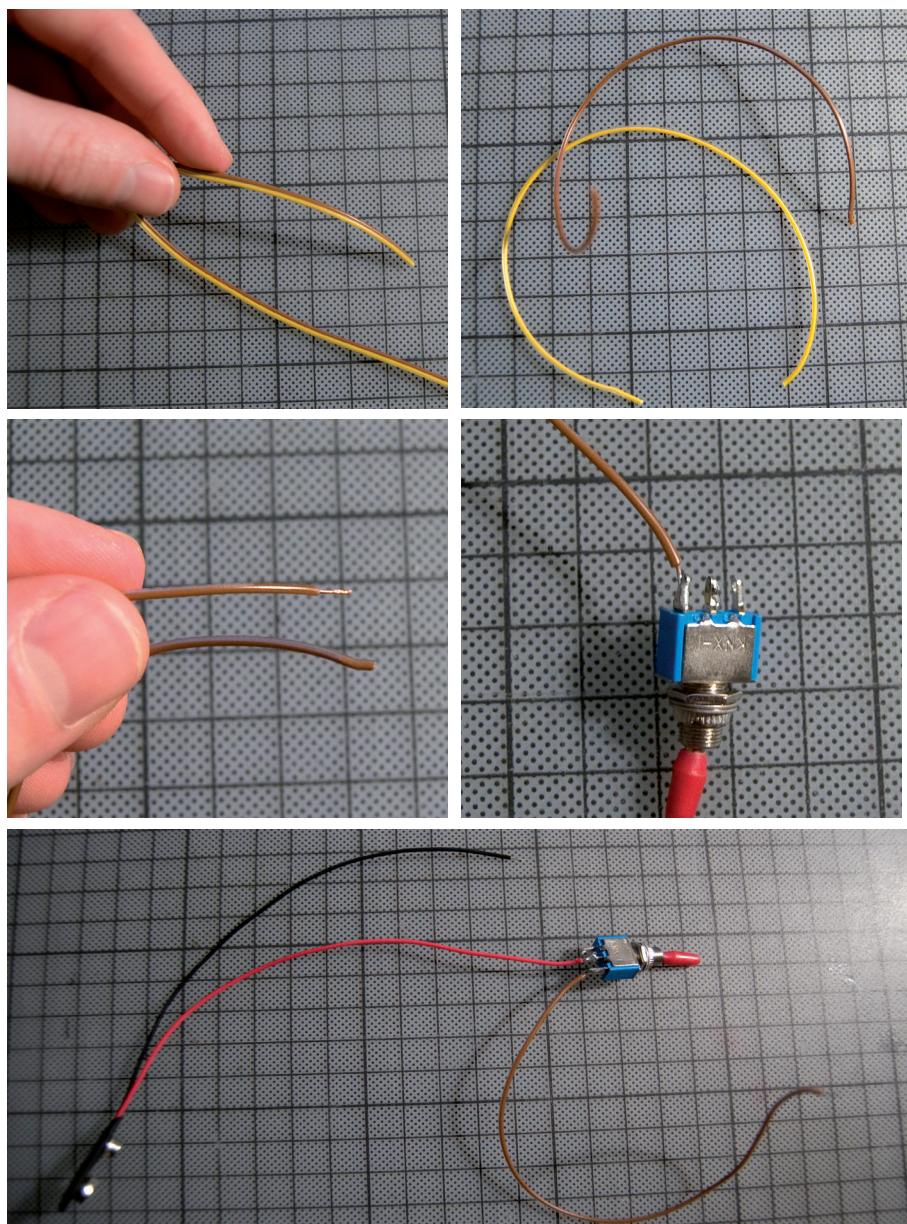


## 9. Das Audio-Kabel abisolieren und verzinnen

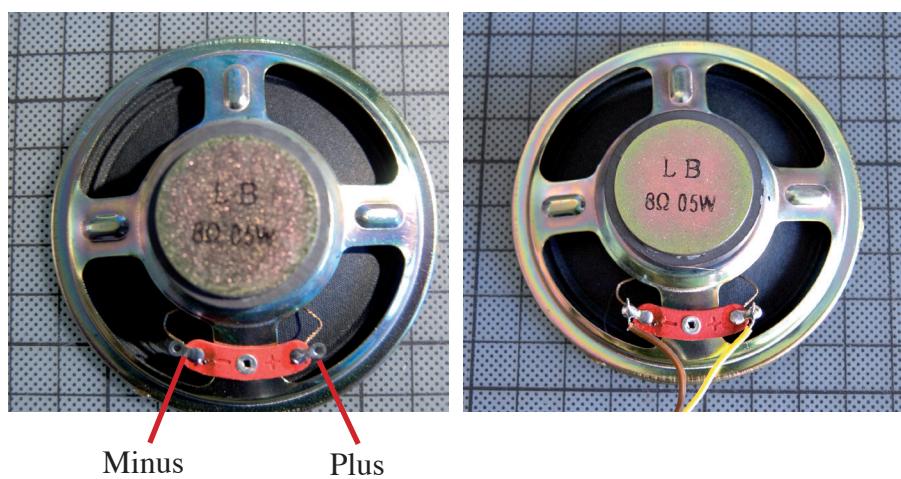


Da es sich hier um ein Stereo-Kabel handelt, wird das Signal für den linken und den rechten Lautsprecher gesondert übertragen. Wir arbeiten aber nur mit einem Lautsprecher, also „Mono“, und wollen das Signal des linken und rechten Lautsprechers gemeinsam an einem Lautsprecher abspielen. Deshalb verzwirbeln und verzinnen wir einfach beide Plus- und beide Minus-Pole miteinander.

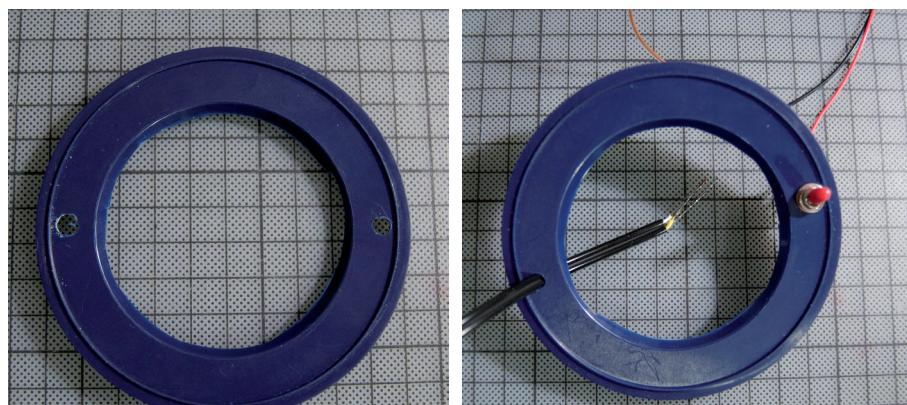
## 10. Schalter vorbereiten



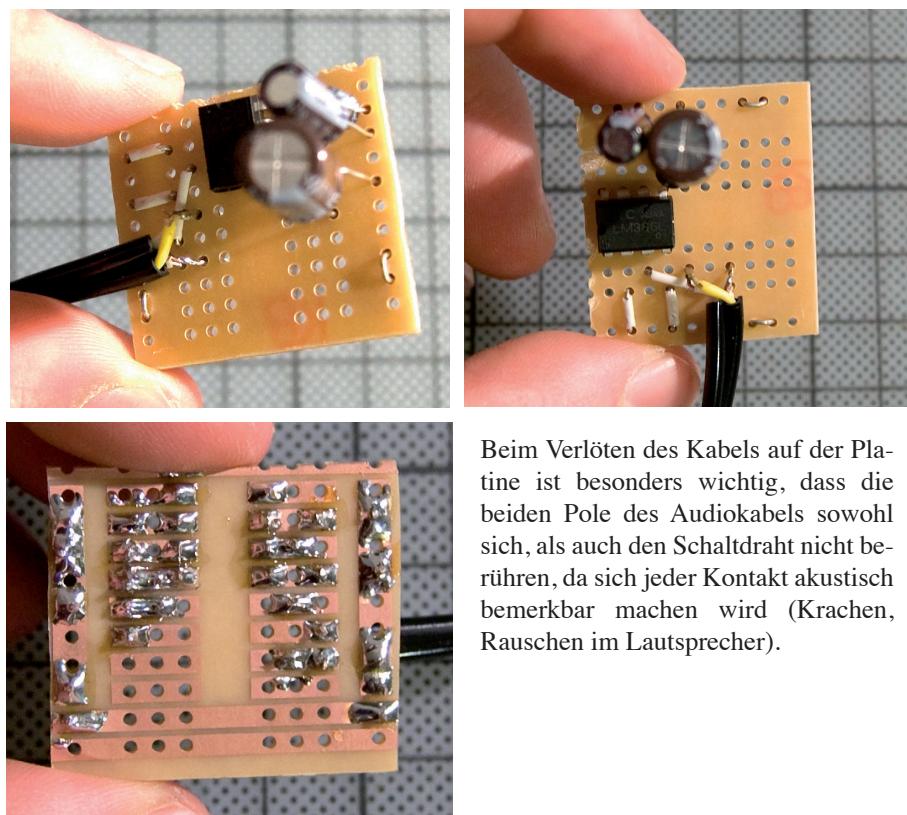
## 11. Lautsprecher vorbereiten



## 12. Das Audio-Kabel montieren

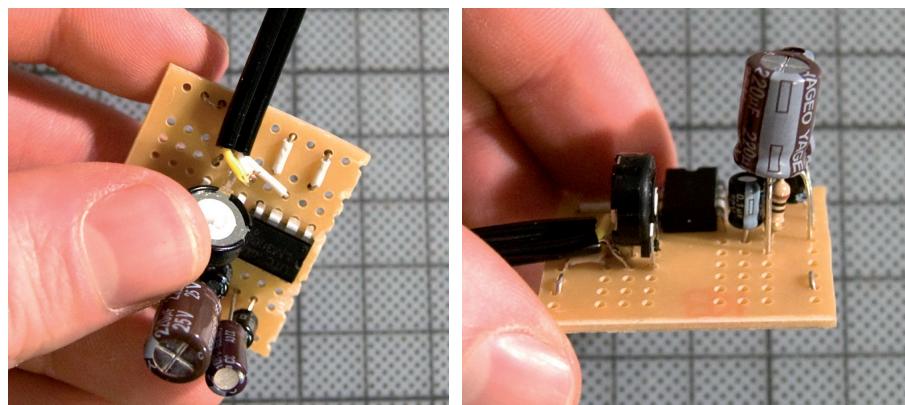


Falls der Klinken-Stecker, wie am Deckblatt zu sehen, in den Deckel integriert werden soll, muss das Audio-Kabel vor der Montage auf der Platine durch ein 5 mm großes Loch im Deckel gezogen werden. Bei dieser Gelegenheit kann auch der Schalter gleich fixiert werden (6 mm Loch).

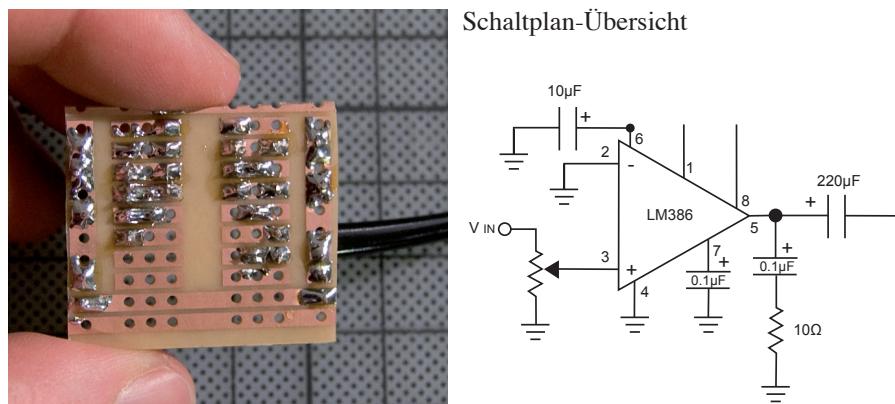


Beim Verlöten des Kabels auf der Platinne ist besonders wichtig, dass die beiden Pole des Audiokabels sowohl sich, als auch den Schaltdraht nicht berühren, da sich jeder Kontakt akustisch bemerkbar machen wird (Krachen, Rauschen im Lautsprecher).

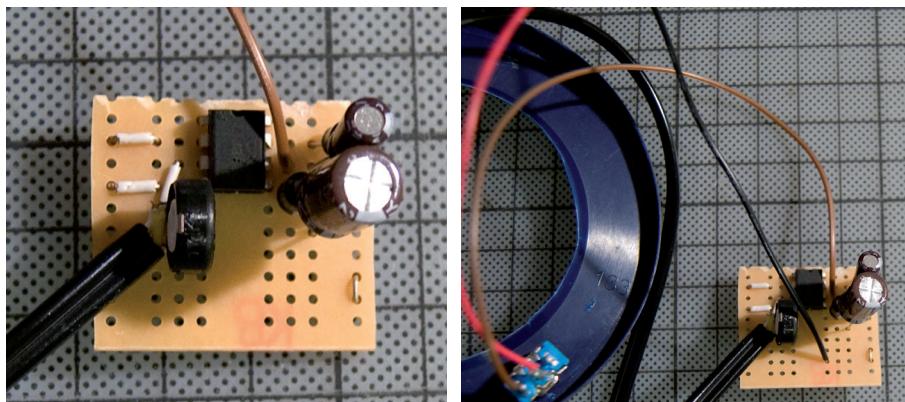
### 13. Das Potentiometer einsetzen



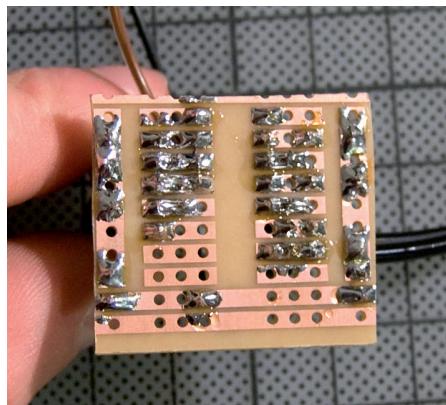
Auch beim Einsetzen des Potentiometers sollte besonders darauf geachtet werden, dass kein Kontakt zwischen den einzelnen Beinchen sowie den umliegenden Kabeln entsteht. Platziert wird es so, dass die beiden äußeren Pins mit dem Plus- und Minuspol des Audio-Kabels verbunden werden und der mittlere Pin mit dem Schaltdraht, der zum dritten Beinchen des IC's führt.



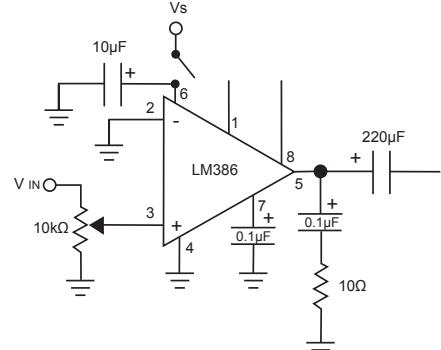
### 14. Die Stromzufuhr



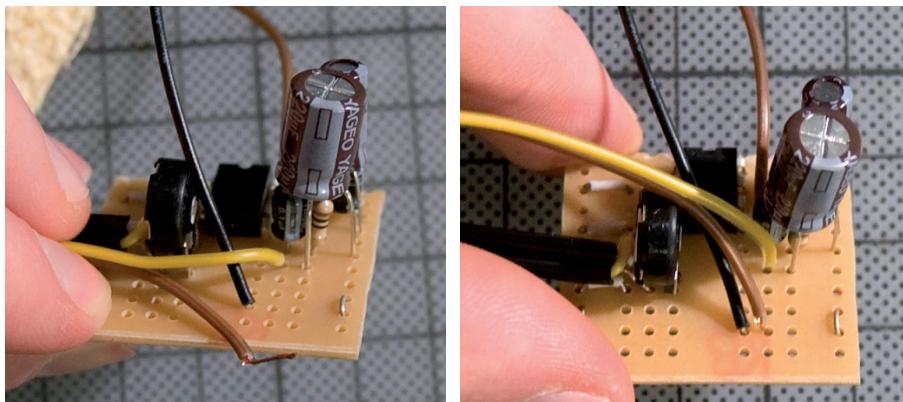
Hier wird zuerst das braune Kabel, dass vom Schalter weg führt, mit dem sechsten Pin des IC's verbunden und danach das schwarze Kabel des Batterieclips mit dem Minus-Pol der Platine.



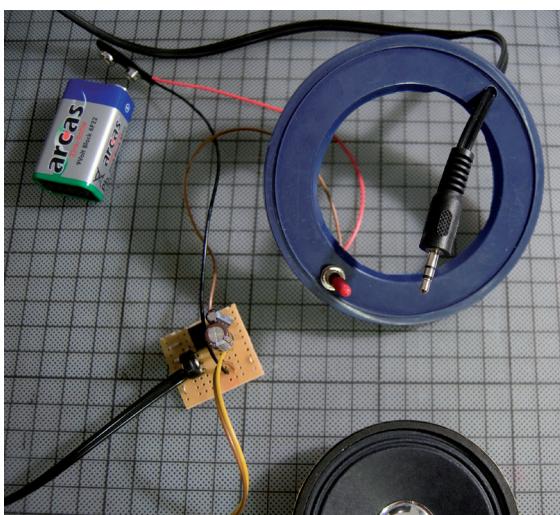
Schaltplan-Übersicht



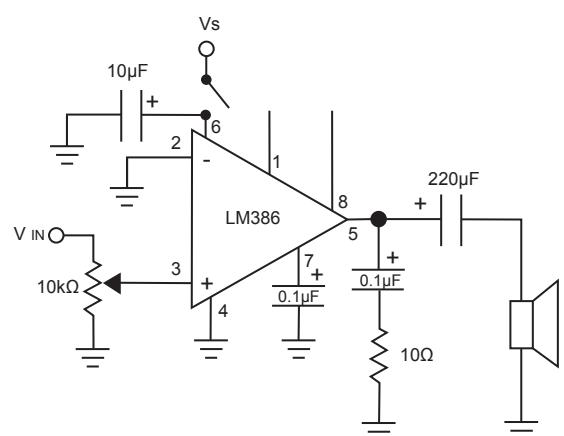
## 15. Der Lautsprecher



Beim letzten Arbeitsschritt wird das Lautsprecherkabel an der Platine verlötet. Das Plus-Kabel wird dabei neben dem Minusbeinchen des  $220\mu\text{F}$  Kondensators platziert, damit sich beide auf der Unterseiten am selben Kupferblättchen befinden und dadurch verbunden sind. Danach kann das Minus-Kabel am Minus-Pol der Platine verlötet werden und dem ersten Soundcheck steht nichts mehr im Wege.



Schaltplan-Übersicht



Sollte nach dem Anschluss an ein Handy / einen MP3-Player keine Musik spielen, kann das an winzigen Verbindungen zwischen den einzelnen Kupferblättchen liegen. Diese können ganz einfach getrennt werden, indem mit dem Stanley-Messer vorsichtig die Zwischenräume nachgefahren werden.

Zu guter Letzt wird die Feineinstellung am Potentiometer vorgenommen. Dazu sollte die Lautstärke am Handy / MP3-Player voll aufgedreht werden und dann vorsichtig mit dem kleinen Schraubenzieher die Lautstärke am Potentiometer so justiert werden, dass der Klang sauber und störungsfrei bleibt. Ist ein Übersteuern zu hören, einfach die Lautstärke am Potentiometer wieder etwas verringern. Oft ist die volle Leistung des Lautsprechers erst nach einer Einspielphase verfügbar, also einfach von Zeit zu Zeit das Potentiometer neu einstellen. Falls sich der Klang ohne erkennbaren Grund nach einer gewissen Betriebszeit merklich verschlechtern, liegt das wahrscheinlich an der Batterie, die nicht mehr über genug Spannung verfügt.

## Bestellliste für 20 Stück

### Opitec:

Best.Nr.	Bezeichnung		Preis	Menge
238054	Einstellregler	10 Stück 10 Kohm	3,15 €	2
231130	Widerstände	10 Stück 10 Ohm	0,39 €	2
207251	Stereokabel	2 m	1,99 €	10
204020	Batterie	Blockbatterie Standard 9 V	0,99 €	20

### Conrad:

176303	Linear-IC LM 386 NF-Verst.	325 mW/4-12 V	0,98 €	20
445670	Miniatur-Kondensator, 0,1 $\mu$ F	50 V	0,05 €	40
445503	Standard-Kondensator, 10 $\mu$ F	100 V	0,05 €	20
445477	Standard-Kondensator, 220 $\mu$ F	25 V	0,07 €	20
531109	Universal-IC-Platine		2,79 €	3
701343	Miniatur-Kippschalter		0,71 €	20
609429	ÖLFLEX® HEAT Schaltdraht	1m	0,51 €	2
606730	Flachbandkabel 2 x 0,14 mm <sup>2</sup>	Schwarz, Rot 10 m	4,49 €	1

### Winkler Schulbedarf:

4101	Anschluss für 9V - Batterie / Batterieclip	0,16 €	20
4204	Lautsprecher 77mm, 8 $\Omega$ / 0,5W	0,79 €	20

### Empfehlung Werkzeug:

#### Conrad:

823321	Ersatzschwamm	1,49 €
588502	Entlötsaugpumpe	3,99 €
810207	Weller Mini 2000 Lötkolben, 20W	24,95 €

#### Winkler Schulbedarf:

3749	Tippy - Lötpitzenreiniger	4,90 €
3740	Lötzinndraht-Elektronik 250g	8,99 €

## 11.3. Grundlagen Lautsprecherbau

### 11.3.1. Elektroakustische Schallwandler

Trotz des digitalen Siegeszuges in der Unterhaltungselektronik wie auch im Hifi- und Studiobereich bildet immer (noch) ein elektroakustischer Schallwandler, also ein Lautsprecher, das Ende der Kette. Dieser wandelt die bereits verstärkten elektrischen Signale in hörbare akustische Energie um, die dann vom menschlichen Ohr als Schall aufgenommen werden können (WALZ, 1996).

Die Schalldruckkurve eines idealen Lautsprechers wäre lastunabhängig im Bereich von 20 Hz bis 20 kHz, also dem vom Menschen akustisch wahrnehmbaren Frequenzbereich, eine waagrechte Gerade. Da dies praktisch nicht möglich ist, wird versucht mit technischen Tricks und Kompromissen ein sich der idealen Schalldruckkurve annäherndes Ergebnis zu erreichen.

Für eine natürliche Stimmwiedergabe ist dabei speziell der Mitteltonbereich von 350 Hz bis 4000 Hz essenziell und sollte daher nahezu lineares Verhalten aufweisen. Oberhalb von 7000 Hz sind kleinere Abweichungen lediglich für geschulte Musikgeröhrte als Klangverfälschungen wahrzunehmen. Tatsächlich ist sogar eine Anhebung dieser Frequenzen sinnvoll, da in möblierten Räumen der Hochtontbereich stärker absorbiert wird. Bei Frequenzen die unter 40 Hz liegen lässt sich annähernd ideales Verhalten nur noch mit sehr voluminösen oder aufwendig entzerrten Lautsprecherboxen bewerkstelligen. Aber auch bei Kompaktlautsprechern kann man durch spezielle Positionierung im Raum den Tiefotonbereich akustisch nachbessern. So erhöht eine Platzierung nahe einer Wand die niedrigeren Frequenzen durch Reflexionen um bis zu 3 dB. Werden zwei Wände und der Fußboden miteinbezogen, sprich die Ecke des Raumes genutzt, ist sogar eine Anhebung um bis zu 9 dB möglich.

Das Zerfallsspektrum gibt an wie schnell ein Lautsprecher nach einem Impuls wieder zur Ruhe kommt. Ideal wäre hierbei natürlich ein sofortiger Stillstand, der aber allein auf Grund der Masseträgheit der Membran und der Schwingspule physikalisch unmöglich ist. Wichtig dabei ist, dass Frequenzen im Bassbereich einen deutlich längeren Ausschwingvorgang

aufweisen als mittel- oder hochfrequente Anteile.

Die Nennbelastbarkeit einer fertigen Lautsprecherbox wie auch eines Lautsprecherchassis wird in Watt angegeben und bezeichnet die elektrische Leistung, die im Dauerbetrieb zugeführt werden darf (WALZ, 1996).

Das Grundprinzip fast aller gängigen Lautsprecherbauformen beruht auf einer schwingenden Membran die mittels elektrischer Energie die angrenzende Luft verdichtet und entspannt, wodurch Schallwellen entstehen und sich ausbreiten.

Die Form der Membran kann dabei je nach Lautsprechertyp variieren (Konus, Kalotte, Flachmembran, etc.). Ein wichtiges Qualitätsmerkmal bei Lautsprechern ist die Zeit, die sie benötigen um nach einem Impuls wieder zur Ruhestellung zu gelangen. Dabei spielen zwei Faktoren eine entscheidende Rolle, zum Einen die mechanische Dämpfung der Membran durch die Reibung der Membraneinspannung und zum Andren die elektrische Bedämpfung, bei der die Spule beim Nachschwingen wie ein Generator wirkt und einen Gegenstrom in die Leitungen induziert. Beide Faktoren wirken sich speziell bei der Wiedergabe tiefer Frequenzen aus. Die elektrische Bedämpfung kann durch entsprechend großzügig dimensionierten Querschnitt der Zuleitungskabel minimiert werden, die mechanische Dämpfung wirkt sich in jeder Form auf den Klang aus. Fällt diese gering aus werden Bassimpulse zwar stärker, bedingt durch die lange Ausschwingzeit jedoch unsauber abgestrahlt. Bei größerer mechanischer Dämpfung ist die Tieftonwiedergabe prägnanter, dafür fällt der Frequenzgang umso früher ab.

Alle elektrodynamischen Wandler arbeiten nach dem selben Prinzip, bei dem ein stromdurchflossener Leiter frei beweglich in einem permanenten Magnetfeld aufgehängt wird. Der Stromfluss erzeugt ein eigenes magnetisches Feld, dass sich mit dem permanenten Überlagert wodurch der Leiter bewegt wird. Die gängigste Bauform für Lautsprecherchassis ist der Tauchspulenlautsprecher. Dabei wird der elektrische Leiter zu einer Spule gewickelt und in ein ringförmiges Permanentmagnetfeld getaucht. Die Membran wird dabei durch eine Zentriermembran elastisch mit der Spule verbunden und durch die sogenannte Sicke in Position am Chassis gehalten. Die Anzahl der Windungen der Spule spielt dabei für die Eigenfrequenz des Chassis eine große Rolle. Je leichter die Spule ist und umso strammer

Zentriermembran und Sicke ausfallen desto höher ist die Eigenfrequenz und umgekehrt.

Der am häufigsten verwendete Tauchspulenlautsprecher ist der Konuslautsprecher, welcher üblicherweise aus folgenden Bauteilen aufgebaut ist:

- (1) Der **Lautsprecherkorb** dient als Befestigung und Zentrierung der beweglichen Teile, sowie des Magneten und auch zur Befestigung des Lautsprechers im Gehäuse.
- (2) Der **Magnet** erzeugt das magnetische Feld im Luftspalt.
- (3) Der **Luftspalt** sollte möglichst klein gehalten werden, um die magnetische Induktion und somit den Wirkungsgrad zu erhöhen.
- (4) Die **Schwingspule** wandelt die elektrische Energie im Luftspalt in Bewegung um.
- (5) Der **Spulenträger** stellt die Verbindung der Spule zur Membran her und hält diese zentriert im Luftspalt.
- (6) Der **Impedanzkontrollring**, meist ein über den Polkern geschobener Kupferring, verhindert den normalerweise entstehenden Impedanzanstieg bei steigender Frequenz. Die Spule leitet bei hohen Frequenzen einen Teil des Stromes auf den Ring über. Dieser Energieanteil geht zwar umgewandelt in Wärme verloren, die Impedanz bleibt jedoch bei dem angegebenen Nennwert.
- (7) Die **Zentriermembran** hält den Spulenträger mittig im Luftspalt und begrenzt auch den maximalen Hub der Membran.
- (8) Die **Membran** versetzt die angrenzende Luft in Schwingung. Sie sollte idealerweise sowohl leicht als auch stabil sein. Zwei Eigenschaften die sich eigentlich widersprechen. Grundlegend gilt: je größer der Öffnungswinkel desto leichter die Membran, je kleiner der Öffnungswinkel desto stabiler wird sie.
- (9) Die **Sicke** hält die Membran in ihrer vorgesehenen Bewegungsrichtung bei möglichst gleichbleibender Federwirkung und begrenzt gemeinsam mit der Zentriermembran die maximale Auslenkung des Lautsprechers.
- (10) Die **Staubschutzkalotte** hält den Luftspalt frei von Verunreinigungen und dient zudem als eine Art Kühlkörper, da sie die unter anderem am Impedanzring entstehende Abwärme aus den dafür vorgesehenen Öffnung drückt.
- (11) Die **Zuleitungen** stellen die Verbindung zwischen den Anschlüssen am Korb und der Schwingspule her (HAUSDORF, 1998).

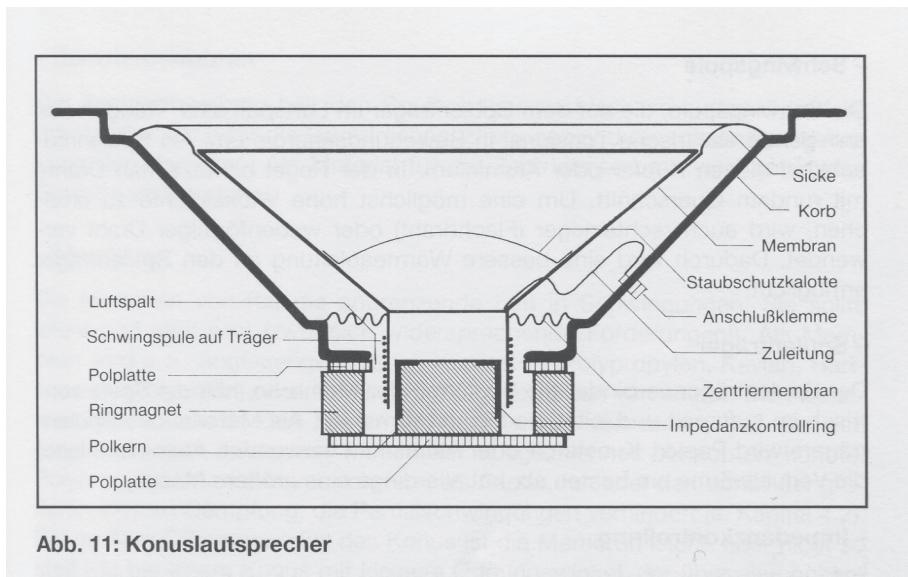


Abb. 11: Konuslautsprecher

Abb. Konuslautsprecheraufbau (HAUSDORF, 1998, S. 23)

Lautsprecher können durch Bedienfehler zerstört werden. Am häufigsten betroffen sind dabei Hochtöner, da diese beispielsweise bei einem Lautsprecher mit 100 Watt Leistungsspektrum nur etwa 10 Watt abbekommen sollten. Ursachen für die Zerstörung eines solchen Lautsprechers können entweder auf den Verstärker zurückzuführen sein, der auf Grund einer Fehlfunktion eine Frequenz außerhalb des menschlichen Hörspektrum eine Dauerschwingung erzeugt, oder aber durch unsachgemäße Verwendung eines Equalizers. Dabei sollte man immer im Hinterkopf behalten, dass eine Erhöhung des Schalldruckpegels um 6 dB die elektrische Leistung am Lautsprecher bereits vervierfacht.

Die Impedanz eines Lautsprechers beschreibt seinen frequenzabhängigen Widerstand (Hausdorf, 1998). Die Impedanz eines Lautsprechers steigt bei höheren Frequenzen an, da sich durch die hohe Anzahl der Schwingungen pro Sekunde die Induktivität der Spule deutlicher bemerkbar macht (TENBUSCH, 1989).

### 11.3.2. Gehäuse:

Bei elektrodynamischen Lautsprecherchassis wird parallel zum Druck der von der Membranvorderseite abgestrahlt wird auch synchron von der Membranrückseite der Gegendruck dazu abgestrahlt. Treffen Druck und Gegendruck ungehindert aufeinander spricht man vom akustischen Kurzschluss. Das bedeutet, dass sich Schalldruck und

-Unterdruck gegenseitig auslöschen und kaum noch wahrnehmbarer Schall entsteht. Um das Aufeinandertreffen vom Schalldruck der Vorderseite der Membran zum Unterdruck der Rückseite zu vermeiden gibt es zwei Möglichkeiten. Zum einen würde der Einbau des Lautsprecherchassis auf einer einfachen Platte, die als Schallwand dient völlig ausreichen um den Kurzschluss der beiden gegengleichen Schallwellen zu vermeiden, da diese einen Umweg darstellt, den beide Wellen erst überwinden müssen bevor sie sich treffen. Der große Nachteil dieser einfachen Schallwand besteht darin, dass die Fläche die benötigt wird um einen ausreichend langen Umweg zu bilden sehr groß ausfallen muss. Speziell bei tieferen Frequenzen sind einige Quadratmeter Schallwand von Nöten um den gewünschten Effekt zu erzielen. Deshalb bedient man sich in der Praxis häufiger der zweiten, deutlich platzsparenderen Methode, bei der das Chassis in ein Gehäuse eingebaut wird. Die einfachste Variante hierfür ist dabei ein geschlossenes, also luftdichtes Gehäuse. Das verhindert zwar den akustischen Kurzschluss, die im Gehäuse eingeschlossene Luft bremst jedoch die Bewegung des Lautsprechers. Je kleiner das Gehäuse ausfällt desto größer wirkt sich diese Brems- bzw. Federkraft aus und resultiert in deutlich geschwächter Tieftonwiedergabe. Um diesem Effekt trotz kompakter Bauweise entgegenzuwirken, ist eine Dämmung der Gehäuseinnenseite von Nöten. Geeignete Materialien hierfür sind z.B. Mineralwolle oder Polyesterwatte. Diese Verzögern die Geschwindigkeit mit der sich der Schall im Inneren der Box von einer Wand zur nächsten fortpflanzt und haben somit den gleichen Effekt wie ein größeres Gehäuse. Zudem werden Schallwellen, die von der Gehäuserückwand auf die Membran reflektiert werden und somit ebenfalls die Schwingung beeinträchtigen, absorbiert oder zumindest abgeschwächt.

Bei offener Bauform spricht man von Bassreflex-Gehäusen. Dabei wird der Schalldruck der Membranrückseite nicht wie bei der geschlossenen Box isoliert, sondern durch ein Rohr einmal in der Phase gedreht und tritt somit phasengleich zur Membranvorderseite aus. Das hat zum Effekt, dass die Membran ungehindert schwingen kann und zusätzlich bei richtiger Abstimmung von Lautsprecherchassis, Gehäusevolumen und Reflexöffnung die von der Membran zum Mitschwingen angeregte, durch die Öffnung austretende Luft, den Schalldruck an der Vorderseite erhöht (STARK, 1999).

Soll nun das geschlossene Lautsprechergehäuse die akustischen Leistungen des verbauten Chassis optimal unterstützen, oder zumindest nicht negativ beeinflussen sind einige

Berechnungen von Nöten. Die dafür erforderlichen Parameter sind die Resonanzfrequenz des nicht eingebauten Treibers ( $f_s$ ), der mechanische sowie elektrische Gütefaktor ( $Q_{MS}$  &  $Q_{ES}$ ) sowie das Luftvolumen mit gleicher Nachgiebigkeit wie die Membraneinspannung ( $V_{AS}$ ). Das mathematische Modell auf dem die Berechnungen aufbauen wurde in den 1960er Jahren von Thiele und Small entwickelt und ist seither im professionellen Lautsprecherbau nicht mehr wegzudenken. Speziell die simple Überprüfung mittels unkomplizierter Impedanzmessungen sind mit ein Grund weshalb sich die sogenannten Thiele/Small-Parameter bis heute fast konkurrenzlos durchgesetzt haben (TENBUSCH, 1989).

#### Literatur:

Hausdorf, F. (1998). *Handbuch der Lautsprechertechnik: Grundlagen und Know-How des Lautsprecherbaus*. Haan: Visaton GmbH & Co. KG

Stark, B. (1999). *Lautsprecher-Handbuch: Theorie und Praxis des Boxenbauens*. München: Richard Pflaum Verlag

Tenbusch, W.-J. (1989). *Grundlagen der Lautsprecher*. Oberhausen: Michael E. Brieden Verlag

Walz, G. (1996). *Lautsprecherboxen erfolgreich selbst bauen: Anleitungen zum leichten Aufbau von geschlossenen Lautsprecherboxen, Subwoofern, Surround-Systemen und Frequenzweichen*. Poing: Franzis' Verlag