

# Lehrerinformationen Modul 1

## Einführung in das Arbeitsheft

Der Aufbau des Heftes orientiert sich an den fachlichen Anforderungen derjenigen Fächer, die allgemeine technische Bildung zum Inhalt haben. Es geht um naturwissenschaftliche Grundlagen, die soziokulturellen Auswirkungen der Technik auf die Menschen und praktisches Arbeiten mit Bezug zur Technik.

Das erste Modul dieses Arbeitsheftes befasst sich mit der Entstehung von Produkten. Es dient als Einstieg in die Einheit und sollte in jedem Fall behandelt werden. Bei Zeitmangel kann das Arbeitsblatt (AB) 3 entfallen. Im Modul 2 **Design** geben Fallbeispiele eine Orientierungshilfe für qualitative Kriterien eines Produkts. Außerdem führt es die Schülerinnen und Schüler (im Folgenden immer SuS) in verschiedene Zeichen- und Konstruktionstechniken ein. Das Modul 3 **Aerodynamik** befasst sich mit den Grundlagen der Strömungslehre, mit praktischen Versuchen zur Thematik und mit den Möglichkeiten, Strömungen sichtbar zu machen. Im Modul 4 **Produktionstechnik** werden die Arten und Verfahren der industriellen Fertigung bis hin zu modernen computergestützten Produktionsverfahren behandelt. Auch hier gibt es für die SuS viele Anregungen zum praktischen Arbeiten.

Im Kontext der Mehrperspektivität werden mit Designverfahren, aerodynamischer Optimierung und modernen Produktionstechniken sehr verschiedene Aspekte bei der Herstellung von Fahrzeugen miteinander verbunden. Ein im Verbrauch sparsames Fahrzeug verlangt einerseits nach guten aerodynamischen Werten, innovativen Werkstoffen und modernen Produktionsverfahren. Kunden verlangen andererseits Fahrzeuge, die chic, sportlich, individuell und günstig sind und die Familie plus Gepäck in den Urlaub transportieren können. Konzipiert wird ein Fahrzeug jedoch von Ingenieuren und Technikern, die die physikalischen Gesetze nicht umgehen können und die im Rahmen moderner technischer Produktionsverfahren eine Balance aus Innovation und Produktionskosten einhalten müssen. „Design, Aerodynamik und Produktionstechnik“ geht bereits früh in der technischen Bildung von SuS auf diese unterschiedlichen Ansprüche ein.

### Hinweis

Zugunsten der Lesbarkeit verwenden wir im Folgenden immer nur eine (die männliche) Schreibweise; selbstverständlich sind aber immer Personen aller Geschlechter gemeint.



## Designer

Ein Automobildesigner ist für die ganzheitliche Gestaltung des Exterieurs sowie des Interieurs eines Fahrzeugs verantwortlich. Hierbei steht die Verbindung von Innovationen in der Formgebung mit traditionellen Markenelementen im Fokus, also die Erhaltung und Weiterführung eines klassischen Markendesigns.

Ein Schwerpunkt des Berufs liegt darin, zukünftige Design-trends zu erkennen und selbst neue Trends zu setzen. Dabei sucht ein Designer nach modernen Formen, die nicht modisch und damit kurzlebig sind, sondern die für Jahrzehnte den Stil einer Marke prägen. Zur Absicherung der internationalen Gültigkeit eines Designs werden in Advanced Design Studios Designkonzeptionen entwickelt, die Designtendenzen der Märkte weltweit aufnehmen. Die Standorte der Advanced Design Studios liegen meistens in den Trendmetropolen von Asien und den USA.

Die Maßkonzeption ist die Grundlage für die **Ideenphase** im Design. Die Handskizze ist dabei das wesentliche Mittel des Designers, um seine persönliche Vorstellung auszudrücken und die Emotionalität und Ausstrahlung eines Fahrzeugdesigns aufzuzeigen. Dutzende von Skizzen und Renderings decken die Bandbreite der möglichen Lösungen ab. Ab einem bestimmten Reifegrad werden ausgewählte Entwürfe anschließend in die dritte Dimension übertragen. In der **Modellphase** werden auf Basis der Skizzen Clay- oder gedruckte Kunststoffmodelle im Maßstab 1:4 erstellt. Clay (engl. „Lehm“) ist ein tonartiges Industrieplastilin. Dabei kommt es darauf an, die Skizzen so umzusetzen, dass einerseits ihr Charakter erhalten bleibt, andererseits jedoch die Maßvorgaben der Konzeption erfüllt werden. Etwa acht Maßstabsmodelle werden für jede Baureihe erstellt. Bereits in diesem Maßstab lassen sich aerodynamische Unterschiede in den Details messen und durch formale Änderungen optimieren.

Nachdem die überzeugendsten Modelle ausgewählt sind, werden sie elektronisch abgetastet und zu **Datenmodellen** weiterentwickelt. An der Powerwall, einer 7 m breiten Rückprojektionswand, können die Datenmodelle in beliebiger Umgebung präsentiert und gestalterisch verfeinert werden. Die besten Vorschläge werden in Originalgröße in Clay und später in Polyurethan-Hartschaum gefräst, geschliffen und lackiert. Drei bis fünf Varianten werden als 1:1-Modelle weiterverfolgt, bis nach zahlreichen Überarbeitungs- und Entscheidungsrunden schließlich ein Entwurf ausgewählt wird.

Gestaltungsthemen und Charakter des **Interieurs** werden zunächst über Skizzen definiert, bevor ausgewählte Entwürfe als 1:1-Modelle aufgebaut werden. Im Modell sitzend kann der Designer die Gestaltung und Ergonomie überprüfen und optimieren. Alles, was der Kunde in die Hand nimmt, wie Griffe, Schalter, Lenkrad oder Sitze, bedarf einer besonderen Aufmerksamkeit. Ebenfalls sehr sorgfältig wird die Auswahl der Materialien getroffen. Der Schwerpunkt in diesem Designbereich liegt auf der Ergonomie und Haptik, den Schriften, Schaltern und Anzeigen sowie der Display- und Menügestaltung.

Am Ende des Entwurfsprozesses steht der **Designentscheid**, das heißt, der neue Fahrzeugtyp wird unter gestalterischen, aerodynamischen, technischen und marktstrategischen Gesichtspunkten geprüft und ausgewählt. Wenn alle Funktionen, die unter der Oberfläche liegen, überprüft und abgesichert sind, endet der Designprozess in einem 1:1-Datenkontrollmodell für das Exterieur ebenso wie für das Interieur. Das Modell zeigt exakt die Formdaten auf und ermöglicht es, Übergänge, Radien und Fugen zu prüfen und besonders beim Interieur die Materialien abzustimmen. Es ist das Referenzmodell für alle weiteren Prozesse.

## Ingenieure und Aerodynamiker

Mit der Aerodynamik sind sehr unterschiedliche Aufgabenstellungen im Fahrzeugbau verbunden. Grundsätzlich wird versucht, die Luftkräfte, die an einem Fahrzeug angreifen, zu optimieren. Aerodynamik umfasst aber auch alle Arbeiten, die im weitesten Sinn damit zusammenhängen, dass die um ein fahrendes Fahrzeug herumströmende Luft möglichst wenige unerwünschte Effekte hervorruft. Diese können in einem erhöhten Kraftstoffverbrauch, in reduzierter Fahr-sicherheit und -stabilität, in schlechterem Komfort (starke Windgeräusche, Zegerscheinungen beim offenen Fahren im Cabriolet) oder in verminderter Sicht auf Außenspiegel und damit den rückwärtigen Verkehr bestehen. Aber auch die Luft, die durch das Fahrzeug hindurchströmt, soll günstig beeinflusst werden. Die Kühlung von Motor und Aggregaten

muss in allen Betriebszuständen gesichert sein, genauso wie die Klimatisierung und Belüftung des Fahrgastraumes. Aus dieser umfassenden Aufgabenstellung ergibt sich, dass die Aerodynamik Einfluss auf viele **gestalterische und konstruktive Bereiche** nehmen muss. Daher ist es sehr wichtig, dass die Aerodynamik einen hohen Vernetzungsgrad zu diesen Bereichen unterhält.

Die Aerodynamik von Kraftfahrzeugen hat sich aus dem **Flugzeugbau** entwickelt. Frühe Entwürfe von aerodynamisch optimierten Autos haben viele Grundformen aus diesem Bereich entlehnt, z. B. Tragflügel. Der Stellenwert der Aerodynamik im Flugzeugbau ist jedoch ungleich höher als im Automobilbau; hier musste sie lange um Akzeptanz kämpfen. Erst mit der sogenannten „Energiekrise“ in den 1970er Jahren wurde die aerodynamische Formoptimierung stärker in die Gestaltung der Autos übernommen. Vorher war „aerodynamisches Aussehen“ nicht immer mit „hoher aerodynamischer Qualität“ gleichzusetzen, sondern oft nur gestalterisches Stilmittel.

Nachdem einige Jahre die **Grundformoptimierung** stärker im Hintergrund stand und „nicht-sichtbare“ Optimierungsmaßnahmen bevorzugt wurden (Kühlluftregelmechanismen, glatte, verkleidete Unterböden, ...), werden in Zukunft durch den steigenden Druck zu reduziertem Kraftstoffverbrauch die „sichtbaren“ Optimierungen der Außenform unvermeidlich sein.

Schon in konzeptionellen Projektphasen wird durch **Messungen an Windkanalmodellen** und durch **Simulationsrechnungen** eine Bewertung und Optimierung der unterschiedlichen Entwürfe ermöglicht. Nach Eintritt in die eigentliche Entwicklungsphase werden zuerst Modelle im 1:4-Maßstab im Modellwindkanal gemessen und die Form optimiert. Oft sind es mehr als zehn Entwürfe, die diesen Schritt durchlaufen. Mehrere favorisierte Modelle werden in den 1:1-Originalmaßstab übertragen. Dabei besteht die Oberfläche weiterhin aus einfach bearbeitbarem Material, denn schließlich muss eine eventuelle Formänderung leicht realisierbar bleiben. Wenn das **Exterieur** beschlossen ist, wird durch die Aerodynamiker ein eigenes Modell aufgebaut. Im Unterschied zu den vorherigen Modellen sind in dieses Modell weitere Details eingeflossen: Motorraum, Unterboden, Aggregate wie Getriebe oder die Abgasanlage, die Achsen – nicht voll funktional, aber mit der ihnen eigenen Außenhaut, um ihren Einfluss auf die Strömung abbilden zu können. Nun werden auch Untersuchungen zum **Windgeräuschverhalten** durchgeführt: Durch unvoreilhaftige Gestaltung steigt das Geräuschniveau an und der Komfort leidet. In Windkanalversuchen werden die Außenspiegel geformt, um einen optimalen Kompromiss zu finden zwischen geringen Windgeräuschen und Luftwiderstand zum einen und wenig Verschmutzungsneigung auf Sei-

tenscheiben und Außenspiegelgläsern zum anderen. Sehr oft sind diese Ansprüche konträr zueinander. Fortgesetzt wird die Entwicklung durch Arbeiten an den **Prototypen**, die fahrfähige und detaillierte Fahrzeuge sind. Dementsprechend gehen die Optimierungen immer mehr ins Detail praktisch aller Bauteile, die mit der umgebenden Luft in Kontakt treten.

Seit Beginn des 17. Jahrhunderts steht die Bezeichnung **Ingenieur** für einen Experten auf dem Gebiet der Technik. Der Ingenieur nutzt alle Arten von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen, um mithilfe der Technik einen praktischen Nutzen für den Menschen zu entwickeln. In der Regel wird dieser Nutzen durch **Produkte oder Artefakte** (durch Menschen hergestellte Gegenstände) anwendbar. Daher muss ein Ingenieur die bekannten Herstellungsmethoden, Werkzeuge und Werkstoffe beherrschen und die Erkenntnisse aus Physik, Chemie und Biologie so miteinander verknüpfen, dass funktionstüchtige Gegenstände entstehen. Ingenieure brauchen dazu ein ausgeprägtes mathematisch-naturwissenschaftliches Grundverständnis und detaillierte Informatikkenntnisse, da Konstruktionen und Simulationen in der Regel am Computer und mit entsprechender Software durchgeführt werden.

Deutschland braucht Ingenieure! Sie gelten als **Innovationstreiber** der deutschen Wirtschaft und sind in fast allen Arbeitsbereichen zu finden, wo sie für verschiedenste Abläufe und technische Systeme verantwortlich sind. Der Großteil der Ingenieure ist in stark innovativen Bereichen, das heißt **Forschung, Entwicklung und Konstruktion** beschäftigt. Weitere Beschäftigungsfelder sind Produktion, Vertrieb, Verwaltung bis hin zur Beratung bei Dienstleistungsunternehmen.

Der größte Berufszweig innerhalb des Ingenieurwesens ist der **Maschinenbau**. Auch die Mehrzahl der in der Automobilbranche beschäftigten Ingenieure ist diesem Bereich zuzuordnen. Ein Schwerpunkt innerhalb dieses Berufszweigs ist die Entwicklung von Maschinen und Anlagen. Maschinenbau-Ingenieure arbeiten in Unternehmen des Maschinen- und Anlagebaus und sind in so verschiedenen Bereichen wie Fahrzeugbau, Elektromaschinenbau, Messgerätebau, Regelungstechnik, Luft- und Raumfahrttechnik, regenerative Energien oder Medizintechnik tätig. Dabei sind Maschinenbau-Ingenieure nicht nur für die Konstruktion, Fertigung und Wartung von Maschinen und Geräten zuständig, sondern auch für Einkauf, Vertrieb, Logistik, Beratung oder Service. Außerdem können sie in der öffentlichen Verwaltung, als Berufsschullehrer oder als Freiberufler mit eigenen Beratungs- oder Ingenieurbüros tätig sein.

Das für den Ingenieurberuf im Fahrzeugbau notwendige Studium kann sowohl an **Fachhochschulen** als auch an **Univer-**

**sitäten** absolviert werden und setzt die Fachhochschulreife oder das Abitur voraus. Im Gegensatz zu Universitäten legen Fachhochschulen den Schwerpunkt der Ausbildung auf die Praxis. Die Studienzeit beträgt mindestens drei Jahre und schließt mit dem Bachelor ab. Für Führungspositionen, Spezialisierungen oder Tätigkeiten in Forschung und Entwicklung müssen Maschinenbau-Ingenieure zusätzlich ein ein- bis zweijähriges Masterstudium absolvieren.

Durch die wachsenden Ansprüche an bestimmte Qualitäten von Fahrzeugen verlagert sich ein immer größerer Teil der Entwicklungsarbeit zeitlich nach vorn. Gleichzeitig wird die Zeit für die gesamte Entwicklung immer weiter verkürzt. Kostendruck sorgt außerdem für fortschreitende Modularisierung, gleichzeitig soll aber alles individueller, immer weiter verfeinert und detaillierter werden. Dies zeigt die **Komplexität** des Ingenieurwesens auf.

## Zusammenspiel von Aerodynamik, Design und Produktionstechnik

Aus der heutigen Entwicklung und Produktion von Serienautomobilen sind weder die Aerodynamik noch das Design noch moderne Produktionstechniken wegzudenken. Das Design genießt beim Käufer in der Regel aber den höheren Stellenwert. Trotzdem ist gegenseitige **Akzeptanz** der Disziplinen unabdingbar, um zu gemeinsamen Lösungen zu kommen. Insbesondere Aerodynamiker und Designer definieren sich, zumindest in frühen Entwicklungsphasen des Fahrzeugs, über die Gestaltung der Form, daher sind Zielkonflikte praktisch vorprogrammiert. Während dem Design auch Linien, Farben, Zierleisten etc. als Gestaltungselemente zur Verfügung stehen, verfügt die Aerodynamik über zusätzliche, nachrangige Optimierungsmaßnahmen wie Spoiler vor den Rädern und Unterbodenverkleidungsteile, falls die Formoptimierung nicht ausreichend zur Zielerreichung beiträgt.

So besitzen beide, Design und Aerodynamik, ausreichend Mittel und genügend kreative Freiheit, um dem wohl am häufigsten genannten Vorwurf entgegenzutreten, dass der Einfluss der Aerodynamik den Autos ihren eigenständigen Charakter nähme und alle gleich aussähen. Dann jedoch fließen in dieser Entwicklungsphase eines Produkts die Vorgaben der Ingenieure aus Sichtweise der **Produktionstechnik** mit in den Prozess ein. Dies kann bedeuten, dass kreative Produktideen der Realität der Machbarkeit oder Finanzierbarkeit zum Opfer fallen. Ein Blick auf das heutige Straßenbild vermittelt ein anders Bild: Trotz der starken Einflüsse der Aerodynamik auf die Gestalt der Fahrzeuge und der Einschränkungen der Produktionstechniker ist eine fast unüberschaubare Vielfalt anzutreffen.

## Zu den einzelnen Arbeitsblättern

### AB 1 „Wie werden Produkte entwickelt?“

Das Thema des Produktlebenszyklus' von der Idee zum fertigen Produkt steht bewusst am Anfang des Arbeitsheftes. Durch die Erarbeitung eines entsprechenden Kreislaufs erkennen die SuS die kausalen Abhängigkeiten bzw. Notwendigkeiten der einzelnen an dem Zyklus beteiligten Stationen.

Innerhalb der Entwicklungsbereiche von Produkten gelten einige Bereiche als besonders innovativ, d.h. als marktführende „Entwicklungsmotoren“. Neben der in den Lösungen beispielhaft aufgeführten Unterhaltungsindustrie und Kommunikationsbranche, der Fahrzeugtechnik und der Luft- und Raumfahrttechnik gelten die Medizintechnik und insbesondere die Wehrtechnik als sehr innovativ. Entsprechende Forschungsergebnisse und technische Errungenschaften werden häufig aus diesen Bereichen in den Konsumsektor übernommen. Beispielsweise steuerte ein einstmaliger moderner 486-Prozessor bereits zwei Jahre vor seiner Vermarktung in Personal Computern militärische Boden-Luftraketen.

Die letzte Aufgabe des Arbeitsblattes erschließt den Kreislauf von Wirtschaft und Technik, bekannt als „Regelkreis der Technik“. Im Technikunterricht sollte damit erarbeitet werden, dass der Konsum vieler Alltagsprodukte einem ständigen Kreislauf unterworfen ist. So kann beispielsweise einige Wochen nach dem Kauf eines neuen Computers das Gerät bereits als veraltet gelten. Da die Industrie für das eigene Fortbestehen permanent neue Produkte verkaufen muss, werden z.B. durch Werbung entsprechende Maßnahmen getroffen, diese neuen Produkte dem Kunden als begehrt erscheinen zu lassen. Insbesondere im Hinblick auf Ressourcen und Nachhaltigkeit müssen sich SuS innerhalb einer kritischen Reflexion mit dem Gedanken auseinandersetzen, dass sich jeder Mensch permanent innerhalb vieler dieser Kreisläufe befindet. Weitere Zugangsmöglichkeiten zu diesem Thema wären z. B. Mode oder Smartphones.

#### Praxistipp

Der Einstieg in die Unterrichtseinheit behandelt allgemeine wirtschaftliche Zusammenhänge auf einfacherem Niveau. In Modul 4 werden diese mit dem Schwerpunkt Fertigungstechnik vertieft.



### AB 2 „Lernen von der Natur“

Das Arbeitsblatt ist ein Einstieg in die moderne Thematik der Bionik. Die noch junge Wissenschaftsdisziplin beschäftigt sich mit der Übertragung von Naturphänomenen auf für den Menschen nutzbare Technik. Neben den bekannten aufgezählten Beispielen finden sich in den Bionik-Büchern von

Werner Nachtigall oder Bernd Hill konkrete Integrationsbeispiele für den Technikunterricht.

Das Arbeitsblatt stellt die zentrale Frage in den Vordergrund „Wo dient die Natur als Vorbild?“ Die SuS vergleichen dazu bestimmte Formen von Meeresbewohnern und deren Lebensraum und Lebensformen mit bestimmten Autoformen und deren Haupteinsatzgebiet; sie bilden Analogien. Im Weiteren werden verschiedene technische Umsetzungen der Automobilindustrie erarbeitet, die jeweils einem der Natur zugrundeliegenden Prinzip abgeschaut wurden.

Um die Methoden- und Medienkompetenz der SuS zu stärken, soll in einer abschließenden, offenen Aufgabe ein Thema aufbereitet und in geeigneter Weise vorgetragen werden. Neben einem freien Vortrag oder einer computergestützten Präsentation ist auch die Erstellung einer Hausarbeit, eines Posters oder einer gemeinsamen Webseite möglich. Die Inhalte sollten die SuS z. B. im Internet unter den Stichwörtern Bionik, Fahrzeugbau sowie Spinnennetz (bzw. Geckfüße oder Haifischhaut) recherchieren.

### AB 3 „Aspekte der Automobilentwicklung“

Zum Abschluss des ersten Moduls sollen die SuS über die verschiedenen Sichtweisen und Positionen der an einem Produktlebenszyklus beteiligten Personen ins Gespräch kommen. Durch die Vielzahl der Interessensgruppen rund um das Thema „Auto“ eignet sich dieses besonders, um die Mehrperspektivität von Technik zu erläutern. Moderne technische Artefakte und Handlungen werden immer aus verschiedenen Sichtweisen diskutiert und deren Folgen abgeschätzt.

Durch eine Konferenzmoderation lassen sich die mitunter sehr kontroversen Interessen der beteiligten Gruppen gut thematisieren. Es wird empfohlen, einen geeigneten Moderator aus dem Kreis der SuS wählen zu lassen; natürlich kann auch die Lehrkraft selbst moderieren. Ebenfalls denkbar ist die Methode der Fishbowl-Diskussion, bei der mehrere SuS eine Interessensgruppe aufarbeiten und in der abschließenden Konferenzmoderation nach Belieben die Diskussionspartner innerhalb der Gruppe austauschen können.

Bei der Fertigung der Maquette (kleines Modell) haben sich die Werkstoffe Ton und Knete bewährt. Als Bearbeitungswerkzeuge können Tonbearbeitungswerkzeuge (Spatel), Drahtschlingen und Modellierhölzchen verwendet werden. Neben kleinen Messern, Hölzchen oder Zahnstochern ist das beste Werkzeug häufig die Hand! Der Schwerpunkt dieser Aufgabe liegt in der handwerklichen Erfahrung bei der Formung eines Fahrzeugkörpers.