



Universität Stuttgart

Institut für Erziehungswissenschaft

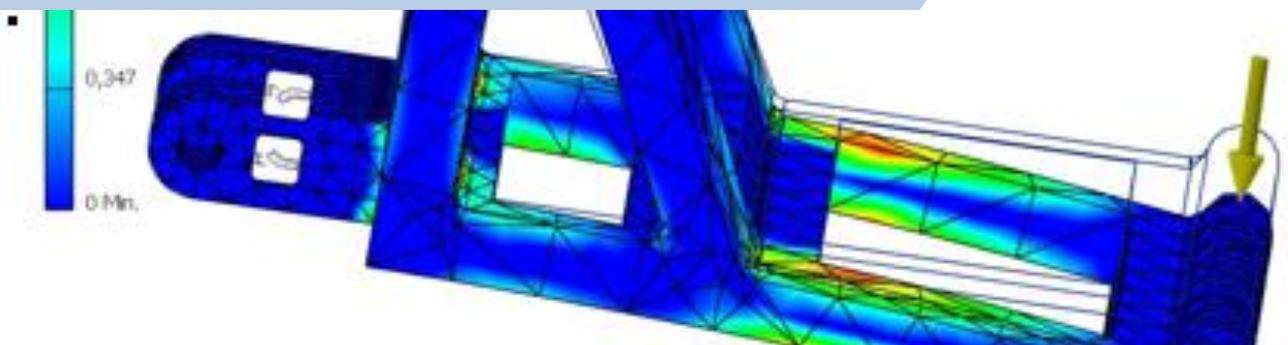


Lehr- und Lernmaterialien für
Naturwissenschaft und Technik (NwT)

Sven Raisch

Konstruieren mit CAD-Software

Stuttgart, 29.09.2020



Redaktionelle Bearbeitung

Autor/-in

Sven Raisch

Sven Raisch ist Student im Studiengang Lehramt NwT in Kombination mit dem Fach Physik an der Universität Stuttgart.

Die vorliegende Unterrichtskonzeption beinhaltet drei Einheiten und gibt eine Einführung in die wichtigsten Funktionen der CAD-Software „Autodesk Inventor Professional“. Ziel ist es, typische Werkzeuge von CAD-Programmen grundlegend kennenzulernen und methodisch bei der Bauteilerstellung sowie dem anschließenden Zusammenfügen zu Baugruppen vorzugehen. Dabei soll das selbstgesteuerte und forschende Lernen der Schülerinnen und Schüler gefördert werden, um zunächst Standardwerkzeuge wie Linie, Kreis und Punkt sowie die Extrusion und ihre Varianten zur Minimierung des Materialbedarfs zu erlernen. In einem abschließenden Projekt wird ein Handyständer entwickelt und die Biegebelastung des konstruierten Produkts in einem Simulationsexperiment nach der Finite Elemente Methode (FEM) analysiert.

Die Informationen, welche in diesem Skript zusammengetragen wurden, sind sorgfältig erarbeitet worden. Jedoch können wir Fehler nicht komplett ausschließen. Wir als Autoren und Herausgeber übernehmen keine juristische Haftung und Verantwortung für eventuelle Fehler und deren Folgen. Die Bildrechte liegen bei den Autoren, außer bei den Abbildungen, bei denen die Originalquellen vermerkt sind.

Impressum

Herausgeber:	Prof. Dr. Bernd Zinn und Mira Latzel
Druck und Vertrieb:	MINT Teacher Lab Universität Stuttgart Institut für Erziehungswissenschaft Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT) Azenbergstraße 12 70174 Stuttgart Internetseite: https://www.ife.uni-stuttgart.de/bpt/Mint-Teacher-Lab/ E-Mail: mtl@ife.uni-stuttgart.de
Urheberrecht:	Die Inhalte dieses Heftes dürfen nicht vervielfältigt werden. Jede mechanisch oder technisch mögliche Reproduktion oder Vervielfältigung ist allein mit der Genehmigung des Herausgebers möglich.

Förderhinweis:

Die Lehr- und Lernmaterialien wurden im Rahmen des Projekts *Lehrerbildung PLUS* im Projektseminar „Lehr- und Lernprozesse im natur- und technikwissenschaftlichen Unterricht“ im Modul „Vertiefung der Fachdidaktik NwT“ ausgearbeitet. Das MINT Teacher Lab wird im Rahmen des Projekts *MINT Teacher Lab an der Professional School of Education Stuttgart-Ludwigsburg* von der Vector Stiftung finanziell unterstützt.

Lehrerbildung
PLUS



Gefördert vom



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Gefördert von

VECTOR 
STIFTUNG

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	6
1. Bildungsplanbezug	7
2. Bedeutung der CAD-Software	8
2.1 Primäre Lernziele	9
2.2 Sekundäre/Prozessbezogene Lernziele.....	9
3. Unterrichtseinheit 1	12
4. Unterrichtseinheit 2	15
5. Unterrichtseinheit 3	18
6. Unterrichtsvorbereitung und Arbeitsplatzbedingungen	26
7. Zeichenerklärung	27
Arbeitsblatt 1	28
Arbeitsblatt 2	31
Abbildungsverzeichnis	33
Tabellenverzeichnis	34

1. Bildungsplanbezug

Nach den Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen im Bildungsplan 2016 für NWT sollen die SuS Produkte mit CAD-Software konstruieren können und sich dabei an der VDI 2222 und den Grundregeln der Gestaltung orientieren.

Im aktuellen Bildungsplan 2016 für das Profulfach NwT der gymnasialen Mittelstufe heißt es:

3.3.3 Technische Mechanik und Produktentwicklung

- (4) belastete Werkstücke durch *Simulation* auf *Spannungen* und *Verformung* untersuchen und deren Form im *CAD-Modell optimieren* (zulässige *Zugspannung* $\sigma_{z,zul}$, Sicherheitsfaktor ν)

3.3.3.2 Produktentwicklung

- (2) ein Produkt am *Produktentstehungsprozess* nach VDI 2222 orientiert entwickeln und unter Berücksichtigung der *Grundregeln der Gestaltung* konstruieren
- (3) eine *3D-CAD-Software* zur *Konstruktion* und *Modellierung* von *Bauteilen* unter Berücksichtigung von Werkstoffeigenschaften und Fertigungsverfahren nutzen

2. Bedeutung der CAD-Software

Inzwischen ist der Einsatz von CAD-Software zur Anfertigung technischer Zeichnungen, zur Konstruktion kompletter technischer Systeme und zur Systemoptimierung von großer Bedeutung.

CAD-Software findet nicht länger nur in den klassischen Konstruktionsfeldern wie Automobilbau, Schiffsbau, Luft- und Raumfahrttechnik oder Architektur ihre Anwendung. CAD-Fertigkeiten haben sich mittlerweile sogar zur Kunstform erhoben, was man z.B. an manchem Parfümfläschchen sehen kann. Sie ist außerdem im Einsatz bei Special Effects der Filmproduktion, bei Computeranimationen, in der Medizin bei der Entwicklung von Prothesen und medizinischen Werkzeugen bis hin zur Mathematik wie z.B. der diskreten Differentialgeometrie.

Es ist deshalb nicht nur für Technikinteressierte sondern auch für Schülerinnen und Schüler (SuS) des Faches NwT sinnvoll, sich früh mit CAD-Software zu beschäftigen.

Die CAD-Software hat sich in den letzten Jahren so sehr weiterentwickelt, dass sie sich nicht mehr nur auf professionelle Anwender beschränkt. Mittlerweile gibt es kostenfrei nutzbare CAD-Software, allerdings mit beschränkten Funktionen. Das Konstruieren mithilfe von CAD-Software und dem anschließenden Druck des konstruierten Produkts über 3D-Drucker ist mittlerweile erschwinglich geworden. Sobald die ersten Schritte getan sind, vermittelt CAD-Software außerdem Spaß und Freude beim Konstruieren.

In den Schulen wird für CAD-Unterrichtseinheiten unterschiedliche Software verwendet. Der folgende Unterrichtsvorschlag basiert auf „Autodesk Inventor Professional“.

Mit der folgenden Unterrichtskonzeption, die aus drei Unterrichtseinheiten (UE) besteht, kann jedoch nur ein kleiner Teil der Grundlagen des Konstruierens mithilfe einer CAD-Software abgedeckt werden.

Im Rahmen dieser Übungen sollen die SuS genügend Werkzeuge der Software kennenlernen, um dann weitere Funktionen selbstständig erforschen und verstehen zu können.

Die Unterrichtskonzeption fokussiert daher methodisch beim Erstellen von zusammengesetzten Bauteilgruppen vorzugehen und einzelne typische Werkzeuge von CAD-Programmen grundlegend kennen zu lernen.

Die Rolle der Lehrkraft ist bei dieser Unterrichtskonzeption, dass sie den SuS lediglich typische Vorgehensweisen beim Arbeiten mit einer CAD-Software vorstellt. Das Konstruieren, sprich das Anwenden der CAD-Software, soll dabei überwiegend selbstgesteuert durch Entwickeln simpler Baugruppen von den SuS erlernt werden.

2.1 Primäre Lernziele

UE 1-2:

- SuS können den Begriff CAD erklären
- SuS können Vorteile des CAD Einsatzes benennen
- SuS kennen grundlegende Werkzeuge einer CAD-Software
- SuS können Bauteile methodisch erstellen

UE 3:

- SuS können Bauteile zu Baugruppen mit Abhängigkeiten zusammenfügen
- SuS benutzen methodische Vorgehensweise beim Erstellen von Baugruppen
- SuS können einen Belastungstest von Werkstücken durchführen und bewerten
- SuS können anhand des Belastungstest ihre Baugruppe optimieren

2.2 Sekundäre/Prozessbezogene Lernziele

- Team/Gruppenarbeit stärken
- kooperatives Arbeiten von starken Gruppen mit schwachen Gruppen
- Kommunikation/ Präsentation üben
- räumliches Vorstellungsvermögen schärfen
- SuS haben Spaß beim Arbeiten mit CAD-Software

		UE 1-2 CAD Einführung					
Zeit	Phase	Unterrichtsschritte	Kompetenz/ Bildungsplan 2016	Didaktischer Kommentar	Sozialform	Medien	
5	Begrüßung	2-er Gruppenbildung / Arbeitsplatz vorbereiten		freundliche Atmosphäre schaffen			
6	Einstieg	Video Handsturz mit Displayschaden / Teaser auf Handständer, Themaerstieg: CAD-Software als Mittel zur Handyhalter Konstruktion		Aktivierung mit SuS nahem Produkt für zusätzliche Motivation		Video	
16	Erarbeitungsp hase I	Kennenlernen Basis Werkzeuge einer CAD Software Linien/Winkel/Maße/Stützen/Punkte	Produktent- wicklung 3.3.3.2- (2)		FU	Beamer	
36	Vertiefen	SuS erforschen einfache CAD Werkzeuge / freies Konstruieren nach Aufgabe – Entwickeln der Lsg durch Nachahmung oder entdecken von neuen Werkzeugen und Lsgwegen.	Produktent- wicklung 3.3.3.2- (3)	selbstgesteuertes Lernen;	GA		
40	Sicherung	SuS erklären Vorgehen zur Konstruktion ihres Lösungsvorschlags	Kommunikation/ Präsentieren	kreative Lsgen willkommen			
45	Pause	_____	_____	_____			
50	Erarbeitungsp hase II	Kennenlernen Basis Werkzeuge pos./neg.- Extrusion	Produktent- wicklung 3.3.3.2- (2)	Diskussion Rotationskörper vs. Extrusion möglich	FU	Beamer	
75	Vertiefung	Extrusion Handständer + Aufnahme – Anschließend: Erste Optimierung Gewichtsminimierung Handständer durch Extrusion	Produktent- wicklung 3.3.3.2- (2)	Auf Wechsel am PC achten ; selbstgesteuertes Lernen	GA		
80	Sicherung	SuS stellen Extrusionen der Bauteile vor und erklären das Vorgehen	Kommunikation/ Präsentieren	Dieses mal andere Gruppe auswählen			
85	Puffer	_____	_____	_____			
85-90	Aufräumen	Teaser: Erweiterung Schwenkarm für Handyhalter welcher zum Bsp am Bett festgespannt werden kann		Motivation für folgende UE			

Tab. 1.: UE 1-2

		UE – 3 CAD Einführung					
5	Begrüßung	2-er Gruppenbildung / Arbeitsplatz vorbereiten			freundliche Atmosphäre schaffen		
6	Einstieg	Animation: Schwenkarm im Zusammenspiel mit Handyhalter			Aktivierung Sus durch nützliche Erweiterung des Projektes		Video
12	Erarbeitungsp hase I	Kennenlernen Basis Werkzeuge Baugruppen und Abhängigkeiten	Produktent- wicklung 3.3.3.2- (2)			GA	
20	Vertiefen	Sus stellen Abhängigkeiten her: Positionieren der Aufnahme für den Schwenkarm als offene Aufgabenstellung.	Kommunikation/ Präsentieren		offene Aufgabenstellung – Transfer kleinsten Hebelarm/Schwerpunkt erhofft		
25	Sicherung	Sus stellen Baugruppe vor und erklären Ihr Vorgehen und begründen Auswahl der Positionierung					
30	Erarbeitungsp hase II	Kennenlernen der Funktion der Belastungsanalyse Simulationsexperiment	Produktent- wicklung 3.3.3.2- (3)		Transfer: Positionierung Aufnahme wichtig I	FU	Beamer
38	Vertiefen	Sus belasten ihre Baugruppe	Techn. Mechanik 3.3.3.1- (4)		Auf Wechsel am PC achten ; selbstgesteuertes Lernen	GA	
43	Sicherung	SUS stellen ihr Simulationsexperiment vor und bewerten die Handyständerkonstruktion	Kommunikation/ Präsentieren				
45	Aufräumen	Hausaufgabe Optimierungsüberlegungen					

3. Unterrichtseinheit 1

Nach dem Starten von „Inventor“ wird man von einem „Willkommensfenster“ begrüßt, welches man wegklicken kann. Wurde die deutsche Version installiert, sind die Einheiten bereits im metrischen System. Wir lassen alle Einstellungen auf den Grundeinstellungen. Installiert man eine nicht deutsche Version müssen noch die Einheiten und Normen in den Optionen angepasst werden.

Um eine 2D-Skizze zu starten, klickt man auf das Fenster Bauteil (Abb. 1), und dann in der linken oberen Ecke auf 2D-Skizze (Abb. 2) starten. Dies startet ein Koordinatensystem mit drei Koordinatenebenen. Wir können eine beliebige Ebene wählen, z.B. die XY-Ebene. Das Bauteil wird dann später automatisch in die übrig gebliebene Z-Ebene extrudiert.

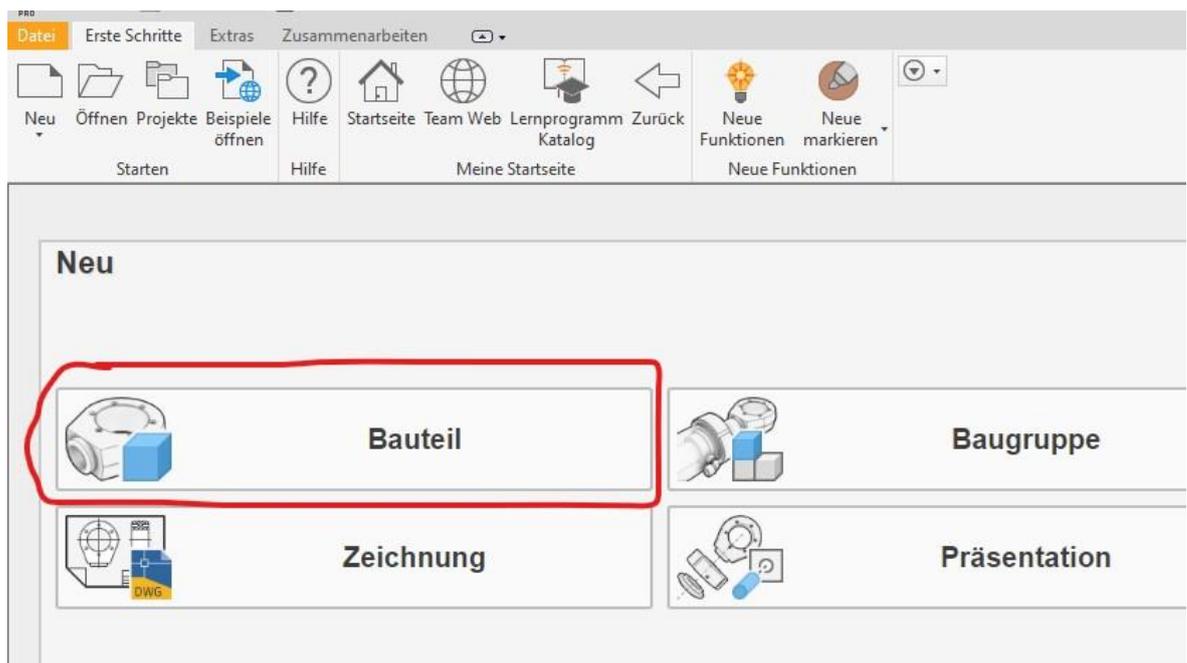


Abbildung 1

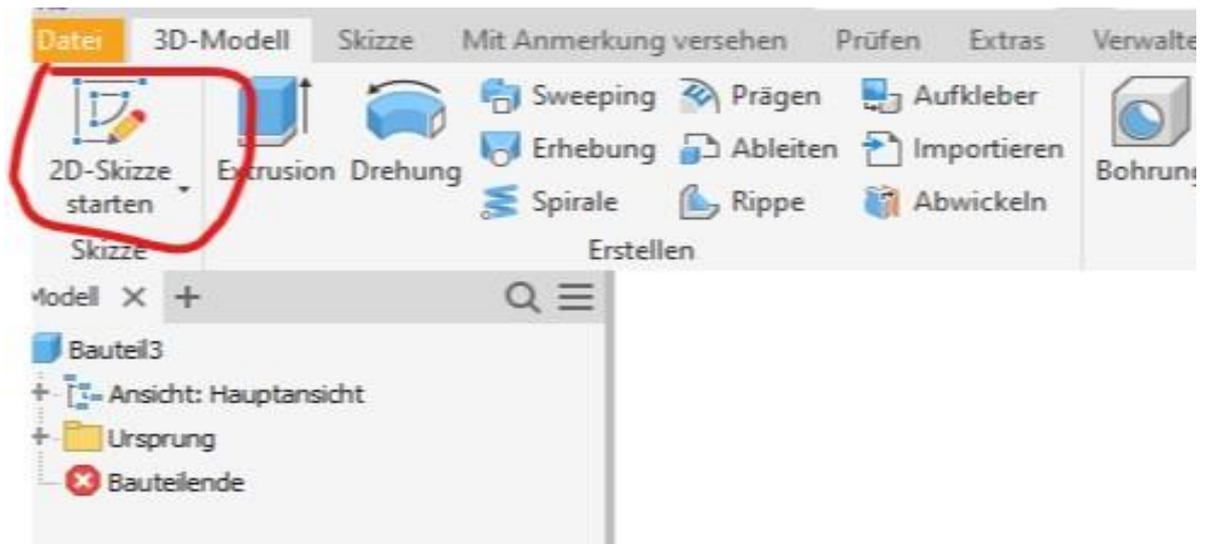


Abbildung 2

Die Software hilft uns, indem sie immer wieder Hilfslinien einblendet, wenn der Mauszeiger in Verlängerung zu bereits erstellten markanten Punkten steht. Ebenso hüpfert er wie magnetisch angezogen an sinnvolle Anknüpfungspunkte. Diese werden dann grün hervorgehoben, was sehr hilfreich ist. Stört das Hüpfen, hält man die Shift-Taste gedrückt.

Die ersten Übungen beschränken sich auf die Standardwerkzeuge wie Linie, Kreis oder Punkt. Die Werkzeuge sind selbsterklärend und werden am besten erlernt, indem man sie einfach durch Benutzen erforscht.

Eine mögliche Strategie zur Erstellung einer Skizze ist, diese erst einmal ohne Bemaßung zu erstellen. Hat man dies getan, drückt man auf das Werkzeug „Bemaßung“ und gibt alle Maße nacheinander ein. Alternativ gibt man jeder einzelnen Seite gleich beim Erstellen ein Maß.

Zur Bemaßung muss die Bemaßung erst angeklickt werden. Jetzt kann man nur bemaßen aber nicht mehr zeichnen. Um eine Seite zu bemaßen geht man folgendermaßen vor: diese Seite links anklicken und nochmal links klicken. Abbildung 3 zeigt einen Designvorschlag mit Bemaßung. Mein Unterrichtsvorschlag gibt keine Bemaßung vor. Diese sollen die SuS sinnvoll eigenständig wählen. Die Aufgabe, die Dimensionierung zu optimieren, ist Inhalt der Unterrichtseinheit drei.

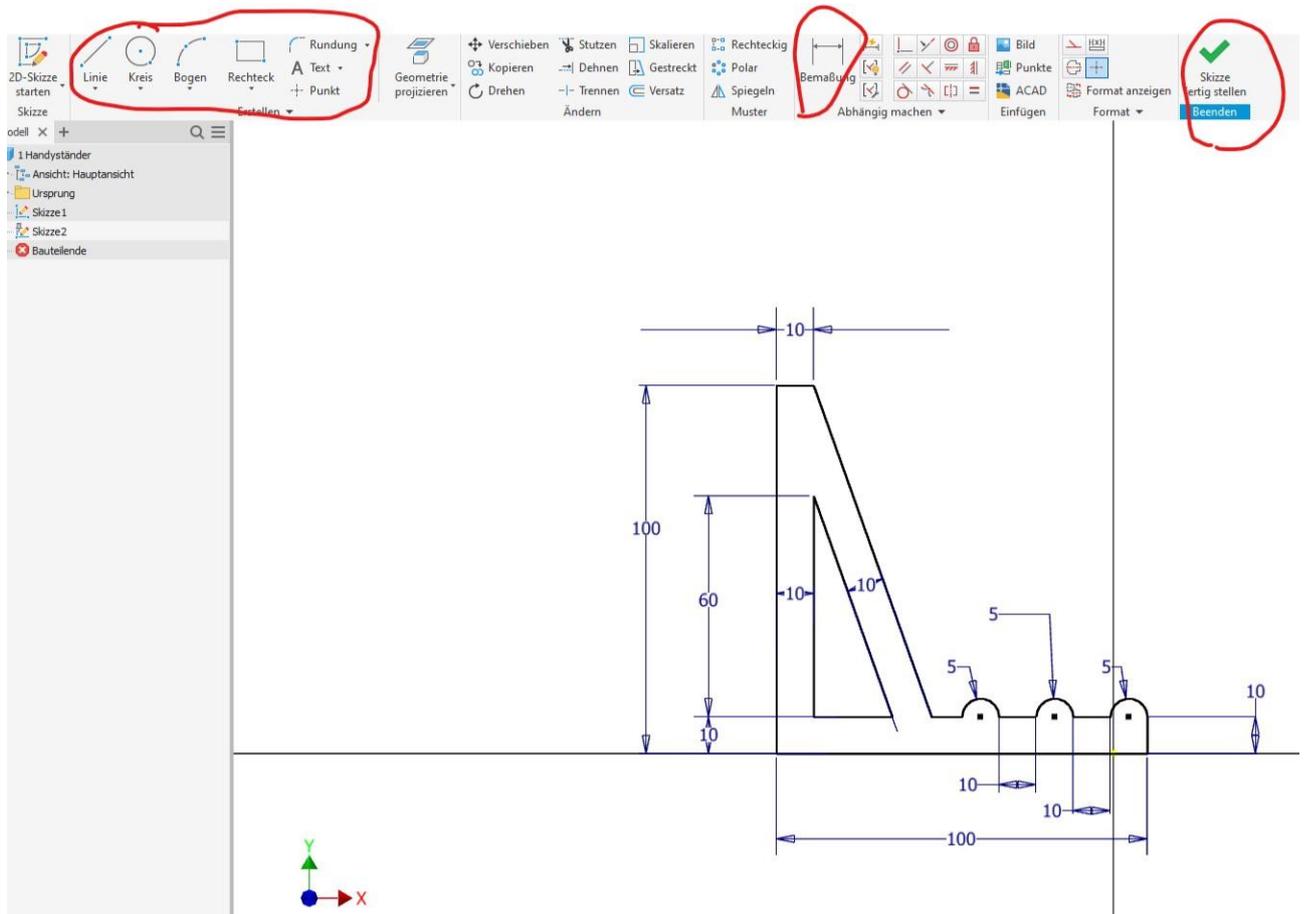


Abbildung 3

Ist man mit der Skizze zufrieden, klickt man oben rechts auf „ Skizze fertigstellen“.

4. Unterrichtseinheit 2

Nach der Erstellung einer Skizze ist wird ein neues Werkzeug von den SuS erforscht – die Extrusion.

In Analogie zu den Prismen im Mathematikunterricht, wo den Prismen Volumen durch Hinzufügen einer Prismenhöhe gegeben wird, wird der 2D-Skizze (blau gefärbt in Abb. 4) Volumen gegeben, indem man sie durch das Werkzeug Extrusion zum 3D-Bauteil überführt.

Dazu wird das Werkzeug Extrusion (Abb. 4) aktiviert, worauf sich ein Fenster öffnet, in welchem man die Extrusionslänge eintippt. Die Varianten der Extrusionsrichtung direkt über dem Längeneingabefeld erlernt man am besten durch selbständiges erforschen. Man klickt nacheinander alle vier Extrusionsvarianten an und begutachtet was passiert. Erst wenn man mit der Extrusion zufrieden ist, bestätigt man mit OK.

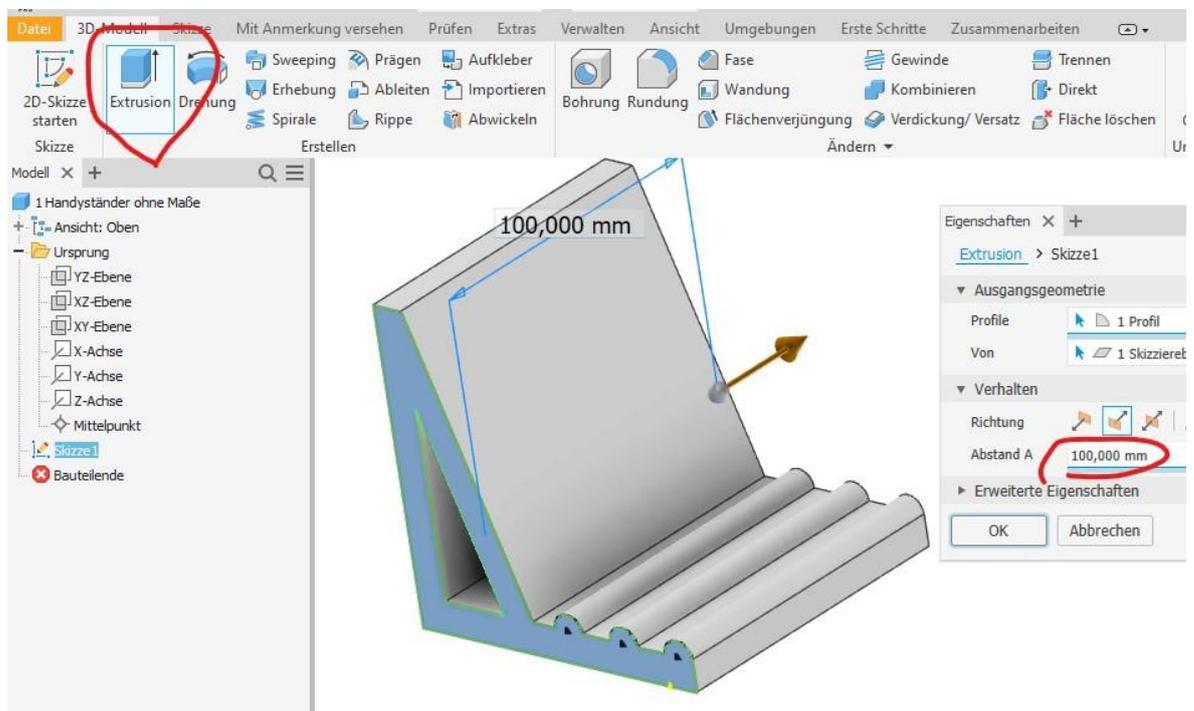


Abbildung 4

Eine Variante der Extrusion ist die „negative“ Extrusion. Diese trägt Volumen ab, anstatt es hinzuzufügen. Das Werkzeug wird wieder am besten erlernt, indem man selbstständig damit arbeitet und somit erforscht.

Dazu klickt man auf eine beliebige Seitenfläche eines 3D-Bauteils und zeichnet dort eine geschlossene Fläche auf (blaue Fläche Abb. 5). Diese kann anschließend extrudiert werden. Als nächstes klickt man auf das Werkzeug Extrusion und dann auf die eben zur Extrusion erstellte Fläche.

Diese sollte sich jetzt blau färben und das Extrusionsfenster öffnet sich wieder automatisch. Man spielt wieder mit allen Extrusionsvarianten (rote Kringel Abb. 5) und erforscht was man damit anstellen kann.

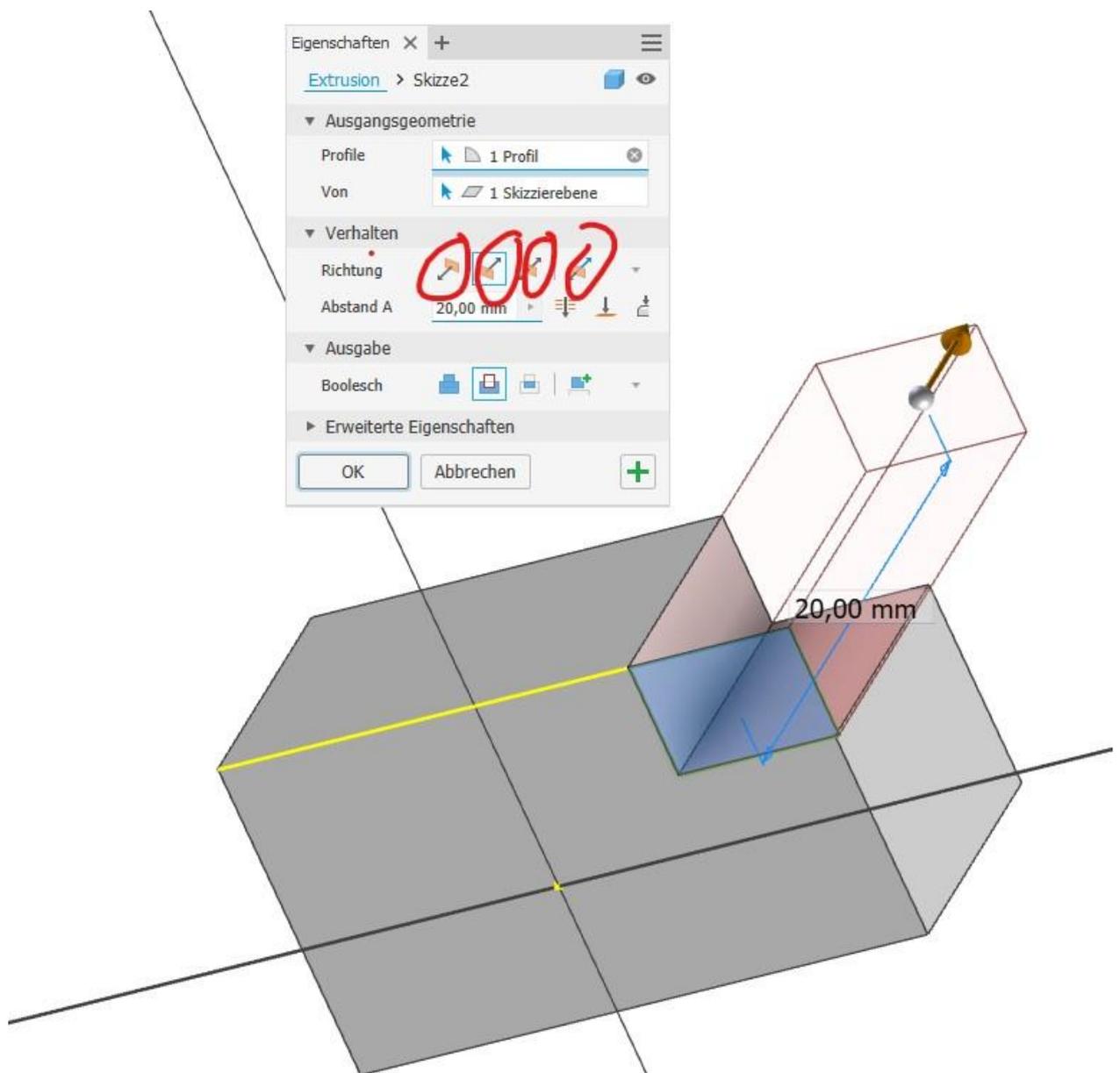


Abbildung 5

Es ist wichtig mit allen Extrusionvarianten zu forschen, denn diese sind sehr vielseitig einsetzbar und werden deshalb ständig gebraucht.

So kann z. B. das Volumen des in dieser Unterrichtskonzeption als Aufgabenstellung vorgesehenen konstruierten Handyständers mithilfe der negativen Extrusion solange minimiert werden, bis das Verhältnis von Material und Stabilität günstig erscheint.

Möchte man ein Bauteil abspeichern, drückt man oben links auf Datei und dann „Speichern unter“ und gibt einen sinnvollen Namen ein, wie Vorname, Nachname, Aufgabe, Bauteilname. Schließlich speichert man ab.

Die nun entstandene Datei hat die Endung „.ipt“ für „Inventor Part“.

5. Unterrichtseinheit 3

Eine Strategie zur Erstellung eines komplizierten Werkstückes ist es, dieses gedanklich in Bauteile zu zerlegen, welche nun deutlich einfacher zu erstellen sind. Sind diese später konstruiert, werden sie wieder zu einer so genannten „Baugruppe“ nahtlos zusammengefügt.

Das Vorgehen bei der Bauteilerstellung und anschließendem Zusammenfügen der Bauteile zu Baugruppen kann nun als praktische Anwendung der Volumenberechnung von Prismen verstanden werden.

Zur Erstellung einer Baugruppe (Abb. 6) klickt man auf den Reiter „Zusammenfügen“ und dann auf „platzieren“. Es wird automatisch die Bibliothek der bisher erstellten Bauteile geöffnet, man wählt aus und platziert durch Klicken. Solange man links klickt, wird immer wieder dasselbe Bauteil eingefügt. Mit Rechtsklick kann man unterbrechen und neue Bauteile wählen.

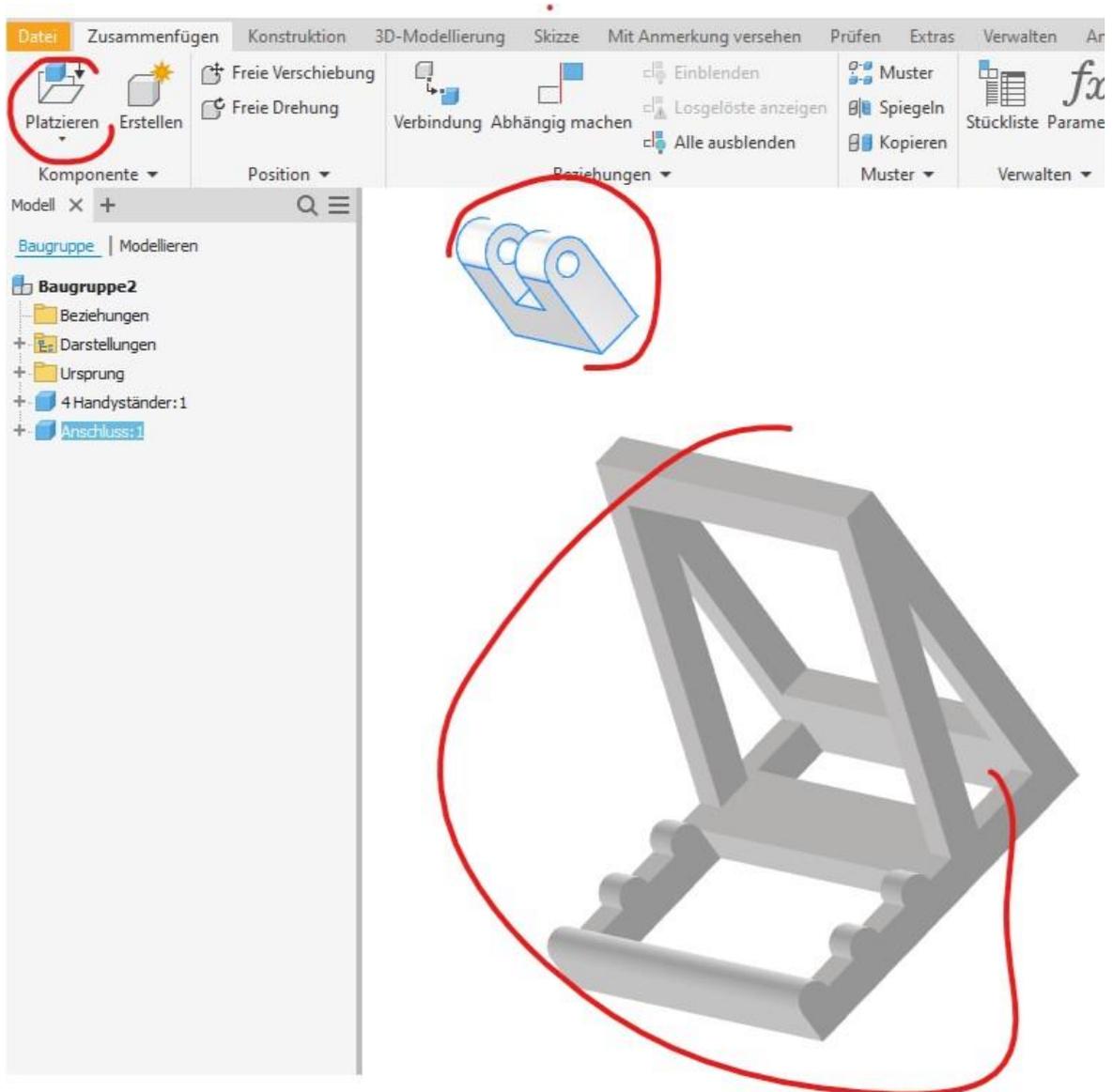


Abbildung 6

Um die Bauteile nahtlos zusammenzufügen, benutzen wir die Werkzeuge „Abhängig machen“. Wenn die Abhängigkeiten erstellt sind, verhält sich die entstandene „Baugruppe“ wie ein Teil aus einem Guss.

Dazu klicken wir oben auf „Abhängig machen“ (Abb. 7) und es öffnet sich ein Fenster. Wieder gibt es mehrere Varianten der Abhängigkeit, welche bereits durch ihre kleinen Symbolbildchen sehr gut illustrieren, was sie bewirken. Man markiert die Flächen die man in „Abhängigkeit setzen“ will jeweils mit einem Linksklick, daraufhin entsteht ein roter

Senkrechter Pfeil auf der gewählten Fläche. Hat man zwei Flächen markiert und drückt auf OK springen die beiden Bauteile zusammen.

Man lernt wieder am schnellsten, wenn man die Abhängigkeiten einmal ausprobiert und danach kontrolliert, in welche Richtungen sich die Bauteile noch verschieben lassen und in welche Richtungen feste Abhängigkeiten entstanden sind. Das Feld „Versatz“ dient dazu, eine Abhängigkeit mit einem Versatz zu einer Außenkante zu erstellen. Vielleicht möchte man z.B. mit 50 mm Versatz zur Außenkante fest „andocken“.

Um das Anschlussstück mittig anzubringen, braucht man die beiden markierten Abhängigkeiten und den Versatz. Die Reihenfolge der Erstellung der Abhängigkeiten ist egal. Dieser

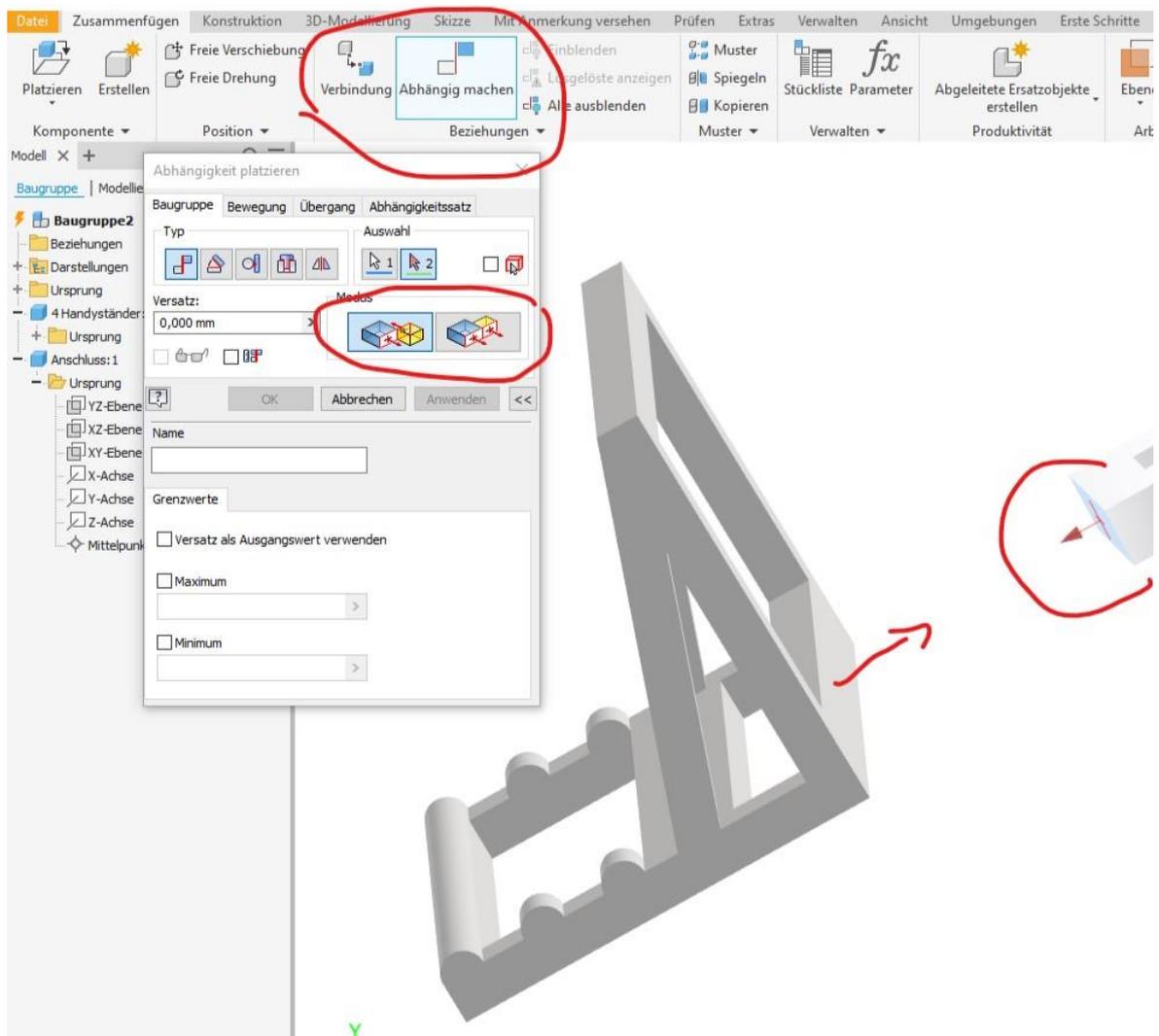


Abbildung 7

Teil der Aufgaben ist am schwierigsten. Probieren geht wieder über studieren.

Sind die Bauteile zu einer Baugruppe zusammengefügt, drückt man oben links auf Datei, dann „speichern unter“ und speichert mit sinnvoller Benennung ab.

Die Baugruppen haben die Dateiendung „.iam“ für „Inventor assembly“.

Simulationsexperiment - Biegebelastung

Zu guter Letzt unterziehen wir unsere Baugruppe einem Belastungstest. Dies funktioniert analog zu einem Belastungstest am einseitig eingespannten Balken.

Dazu gehen wir oben rechts auf den Reiter „Umgebung“ (Abb. 8) und klicken dann links „Belastungsanalyse“.

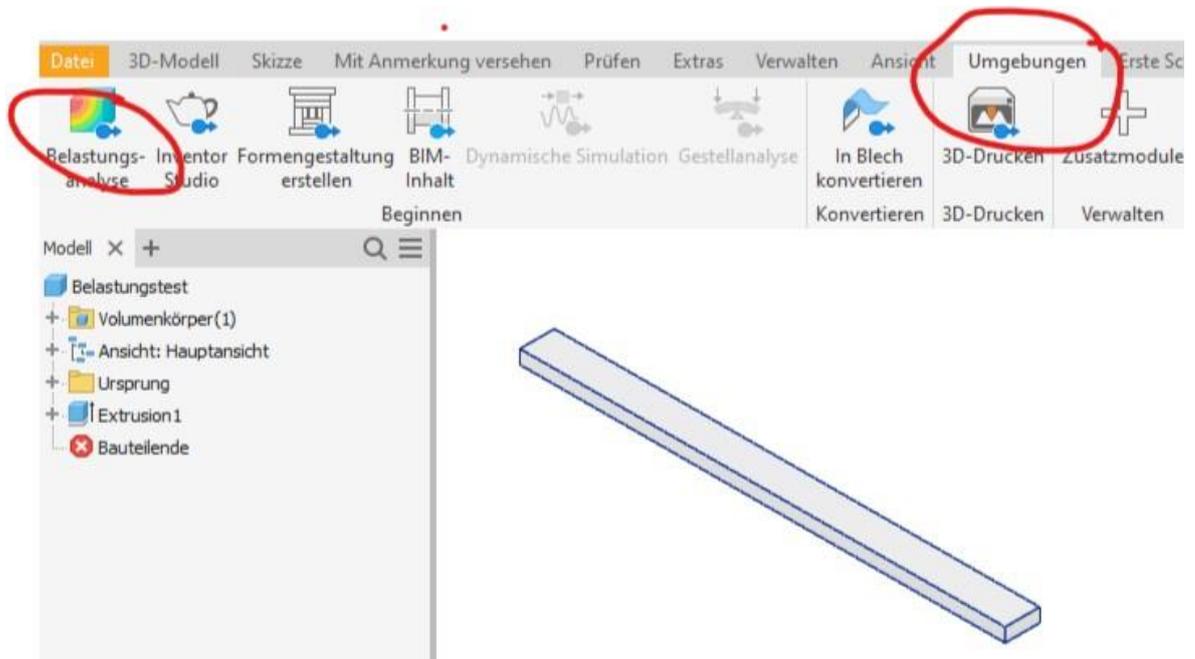


Abbildung 8

Nun öffnet sich das Fenster (Abb. 9) für die FEM-Simulation (FEM = Finite Elemente) und wir müssen vier Einstellungen machen. Zuerst wählen wir oben an der rot markierten Stelle das Material aus (z.B. Kunststoff).

Als nächstes müssen wir zwei Flächen auswählen an denen unser Testobjekt eingespannt werden soll. Dazu drücken wir das blau markierte Feld „Fest“. Wir müssen zwei Flächen anklicken an denen wir festspannen wollen.

Nun müssen wir festlegen wie viel Kraft wirken soll. Dazu wird die grün markierte Schaltfläche gedrückt.

Die Gewichtskraft $F = m \cdot g$ [N] die ein Handy oder Tablet im Schwerfeld der Erde erzeugt soll von den SuS selbst berechnet werden. Wir geben die Kraft mit Richtungssinn in das sich öffnende Fenster ein.

Um die Simulation durchzuführen, legt die Software ein Netz über die Baugruppe, je engmaschiger dieses Netz ist, desto feiner sind die Stellen hoher Belastung später aufgelöst.

Leider erhöht sich die Berechnungszeit dramatisch, (15 min können es schon werden) wenn man das Netz zu fein macht. Wir erzielen bereits sehr gute Ergebnisse mit einem groben Netz (1-2 Minuten) und stellen es nur feiner, wenn wir einen leistungsstarken Computer benutzen.

Jetzt können wir die Simulation starten und drücken auf „Simulieren“ dann öffnet sich ein Fenster und wir drücken „Ausführen“.

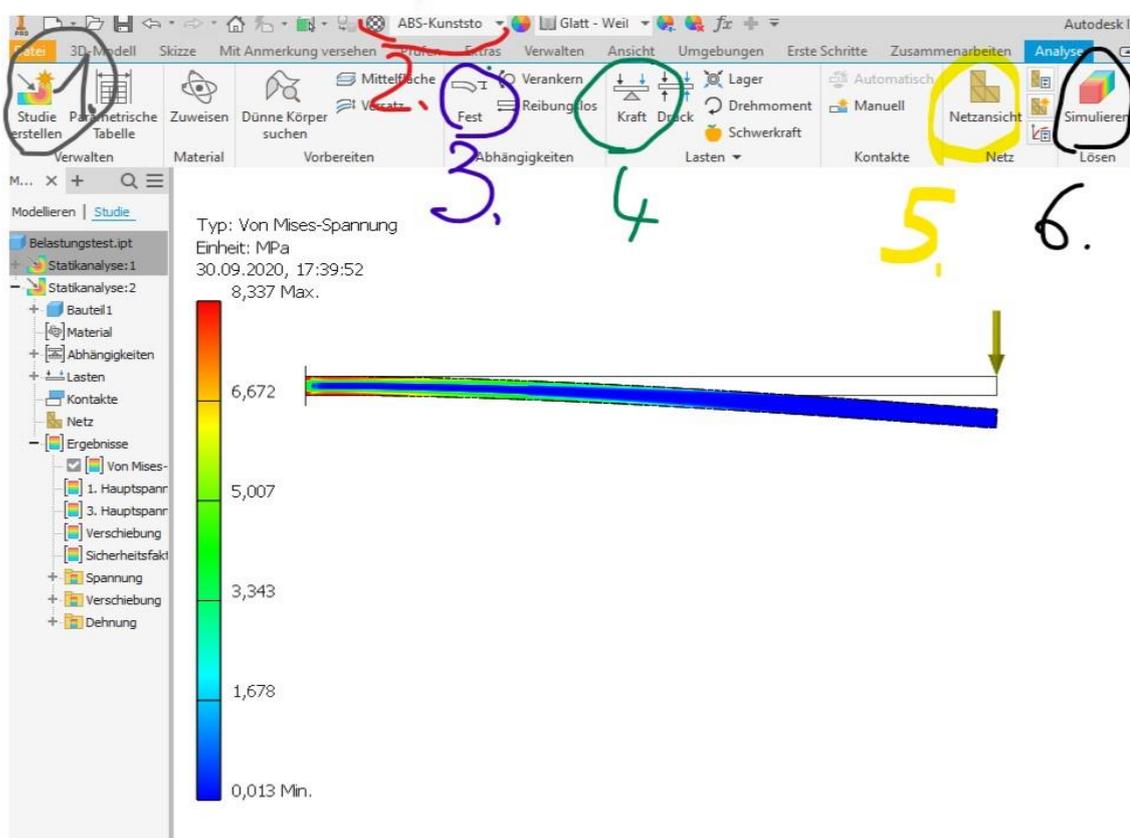


Abbildung 9

Das Simulationsexperiment liefert qualitative Ergebnisse (Abb. 9) durch Visualisierung der Spannungen in Farben. Bereiche welche tiefrot dargestellt werden, sind bereits im kritischen Bereich und symbolisieren bevorstehendes Materialversagen. Tief blaue Bereiche sind nahezu spannungsfrei und bieten noch Optimierungspotential.

Mithilfe des Simulationsexperimentes kann ebenso eine quantitative Analyse der Baugruppe vorgenommen werden. Die Simulation berechnet die Mises-Spannung in MPa, (oben links Abb. 9) was umgerechnet N/mm² entspricht.

Mithilfe der Daten aus der Simulation können die SuS ihre Baugruppen vergleichen, bewerten und anschließend optimieren.

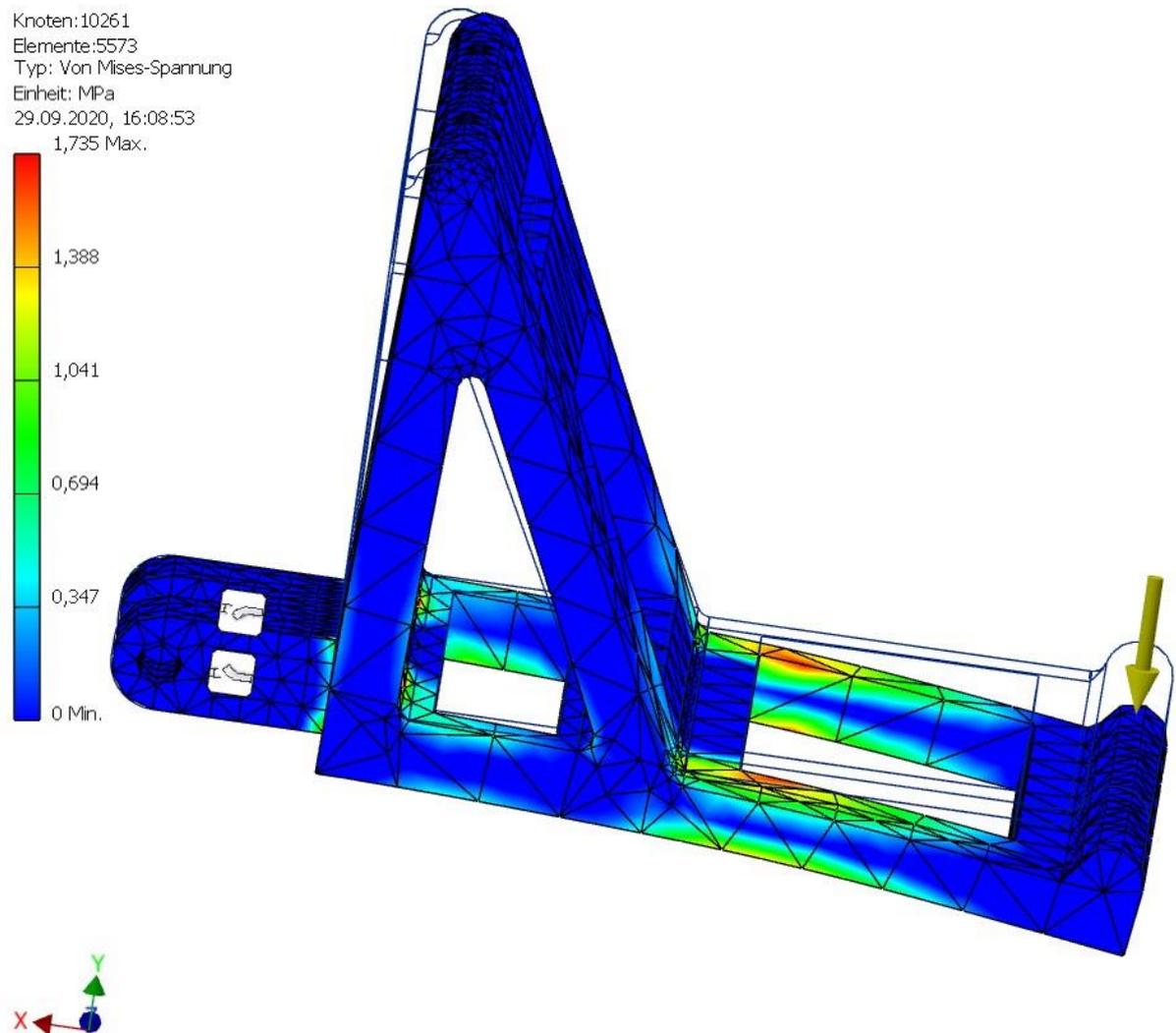


Abbildung 10

Es kann zusätzlich noch die maximale Biegung in mm simuliert berechnet werden. Dazu klicken wir links in der Baumstruktur auf „Verschiebung in Y-Richtung“ (Abb. 10). Da die Biegung so klein sein kann, dass man sie nicht erkennt, klicken wir rechts oben auf „angepasst“ und können so die Biegung vergrößert darstellen lassen.

Achtung: Die Biegung auf dem Bildschirm erscheint größer als sie in der Realität ist. Die errechnete maximale Biegung wird oben links in mm angegeben.

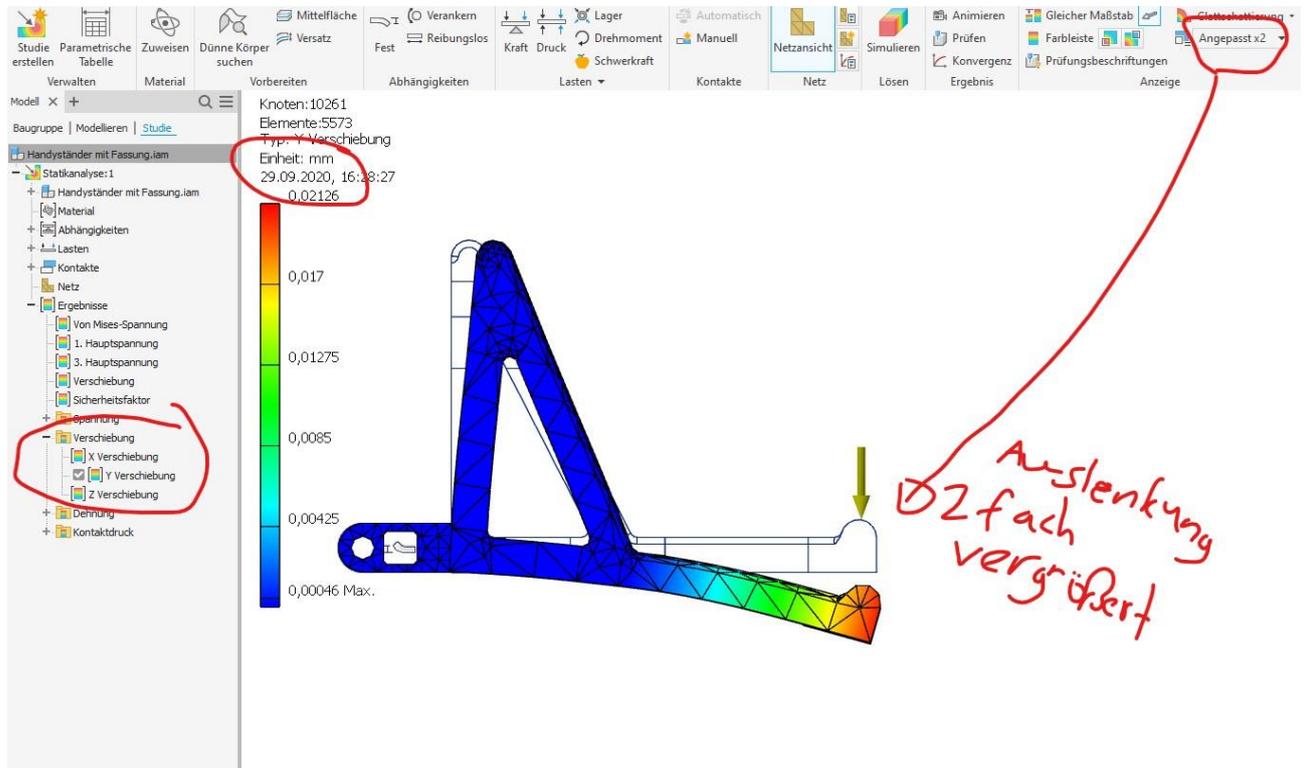


Abbildung 11

6. Unterrichtsvorbereitung und Arbeitsplatzbedingungen

„Online Teaching“, „Streamcasting“ oder auch Unterrichtseinheiten über Beamer erfordern von Lehrkräften eine erhöhte Technikkompetenz. Die Instruktionsqualität als wesentliches Element des täglichen Lehrens bekommt bei Nutzung von Computern besonders beim „Video-Teaching“ eine neue technische Ebene.

Vor der Benutzung von „Inventor“ oder anderer CAD-Software können eine handvoll Einstellungen am Betriebssystem und der verwendeten Software enorme Verbesserungen der Instruktionsqualität bewirken (siehe hierzu Begleitvideo zum Begleitheft).

Es muss vor dem Unterricht sichergestellt werden, dass die Computer der SuS alle auf dem gleichen technischen Stand sind, insbesondere muss hier auf Windowsupdates geachtet werden, denn diese können nach dem Einschalten mehrere Minuten Unterrichtszeit kosten.

Auch ist darauf zu achten, dass jeweils dieselbe Version der CAD-Software installiert ist. Besonders wichtig ist es, sicherzustellen, dass alle SuS ihre Dateien wieder auffindbar abspeichern. Eine sinnvolle Bezeichnung von Dateien (Vorname Nachname/Aufgabenteil/Bauteilname) ist deshalb notwendig.

Nicht alle Schulen verfügen über Computerräume, man kann dann auf Laptops ausweichen. Für die Unterrichtseinheiten mit CAD-Einsatz muss bei der Raumwahl auf gute Lichtverhältnisse geachtet werden. Man meidet Räume die bekannt für starke Sonneneinstrahlung sind - dies erschwert das Ablesen der Bildschirme. Ebenso leidet die Qualität der Beamerprojektion.

Es bietet sich an, einen Raum auf der Nordseite zu wählen, welcher aber mit ausreichend Steckdosen versehen sein muss.

Falls das nicht gegeben ist, muss für den Unterricht genügend Verlängerungskabel und abgezählte Mehrfachsteckdosen bereit gelegt werden.

7. Zeichenerklärung

Ziel	
Übung	
Frage	
Buch	
Tipp / Hinweis Allgemein, führt nicht direkt zur Aufgabenlösung	
Fachwissen	 © Winter & Rieck
Merke	
Kopfnussaufgabe: Zusatzaufgabe, die freiwillig gemacht werden kann	 © Winter & Rieck

Arbeitsblatt 1

	<p>Grundlegende Werkzeuge einer CAD-Software kennen und benutzen können</p>
	<p>Aufgabe 1:</p> <p>Ihr arbeitet als CAD-Experte in einer Firma und bekommt den Auftrag einen kostengünstigen, simplen, leicht herzustellenden Handyständer (s.u.) zu konstruieren. Ihr dürft den Ständer selbst designen. Die unten abgebildeten Handyständer dienen als mögliche Designvorschläge. Ihr könnt aber auch ein eigenes Design erstellen.</p> <p>Die Vorgaben sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • maximale Zeit bis zur Entwurfserstellung 20 Minuten • maximale Bemaßung 10 cm x 10 cm x 10 cm (ist durch den 3-d-Drucker begrenzt) • Grundregeln der Gestaltung • Orientierung an VDI 2222 <div data-bbox="1177 786 1422 1055" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> • Verwendet nicht mehr als 3 Minuten zur Designentscheidung • Haltet euer Design nach den Grundregeln der Gestaltung simpel • Messt euer Handy mit dem Geodreieck aus <div data-bbox="132 1240 261 1368" data-label="Image"> </div> <p>Mit „Steuerung + Z“ kann man einen Konstruktionsschritt rückgängig machen</p> <div data-bbox="309 1379 1437 1547" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="341 1570 1337 2040" data-label="Image"> </div>



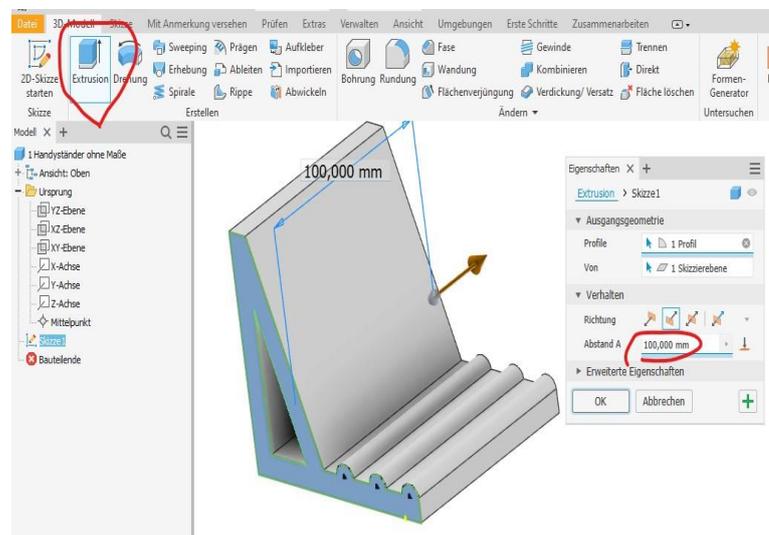
- Schaut regelmäßig auf die Zeit!
- Vergesst nicht eure 2D-Skizze nach Fertigstellung abzuspeichern!
- Dazu verwendet ihr die Benennung: (Vorname, Nachname, Aufgabe, Bauteilname)

Es gibt lizenzfreie CAD-Software wie „Fusion 360“ (ähnlich zu Inventor) und viele andere. Die Werkzeuge und das Vorgehen sind nahezu identisch.



Aufgabe 2:

Erforscht die vier Varianten der Extrusion. Extrudiert eure 2D-Skizze zu einem Bauteil ohne die maximalen Abmessungen zu überschreiten.

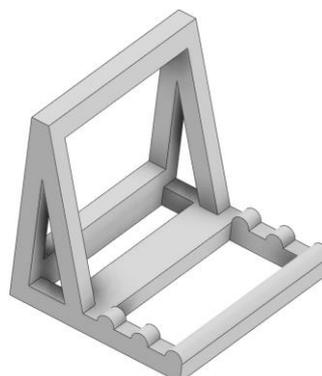


Speichert euer Bauteil und verwendet (Vorname, Nachname, Aufgabe, Bauteilname)



Aufgabe 3:

Minimiert den Materialbedarf eures Bauteils durch negative Extrusion. Achtet darauf, dass die Stabilität eures Bauteils gewährleistet bleibt.

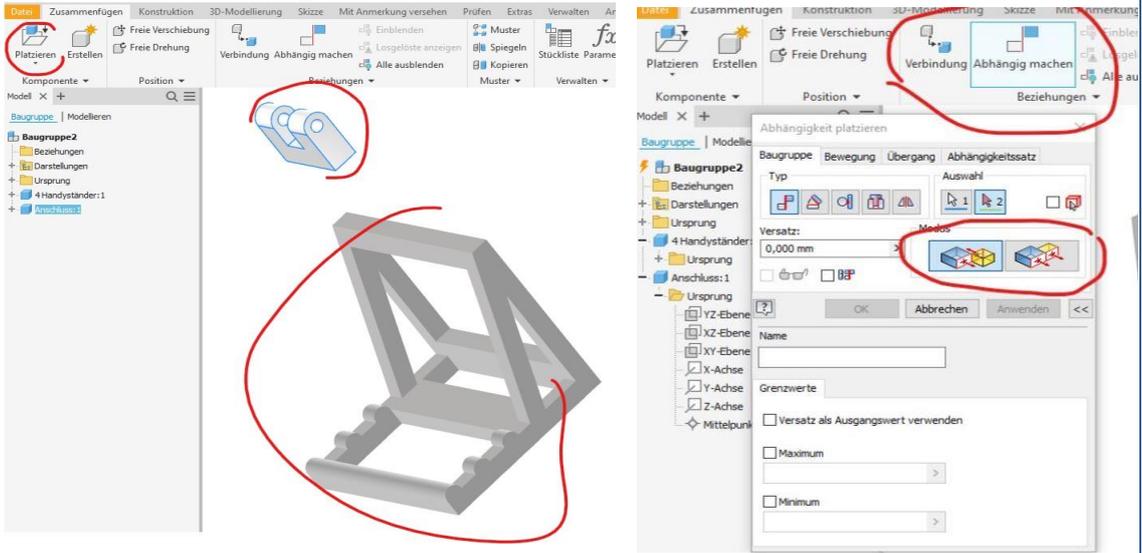


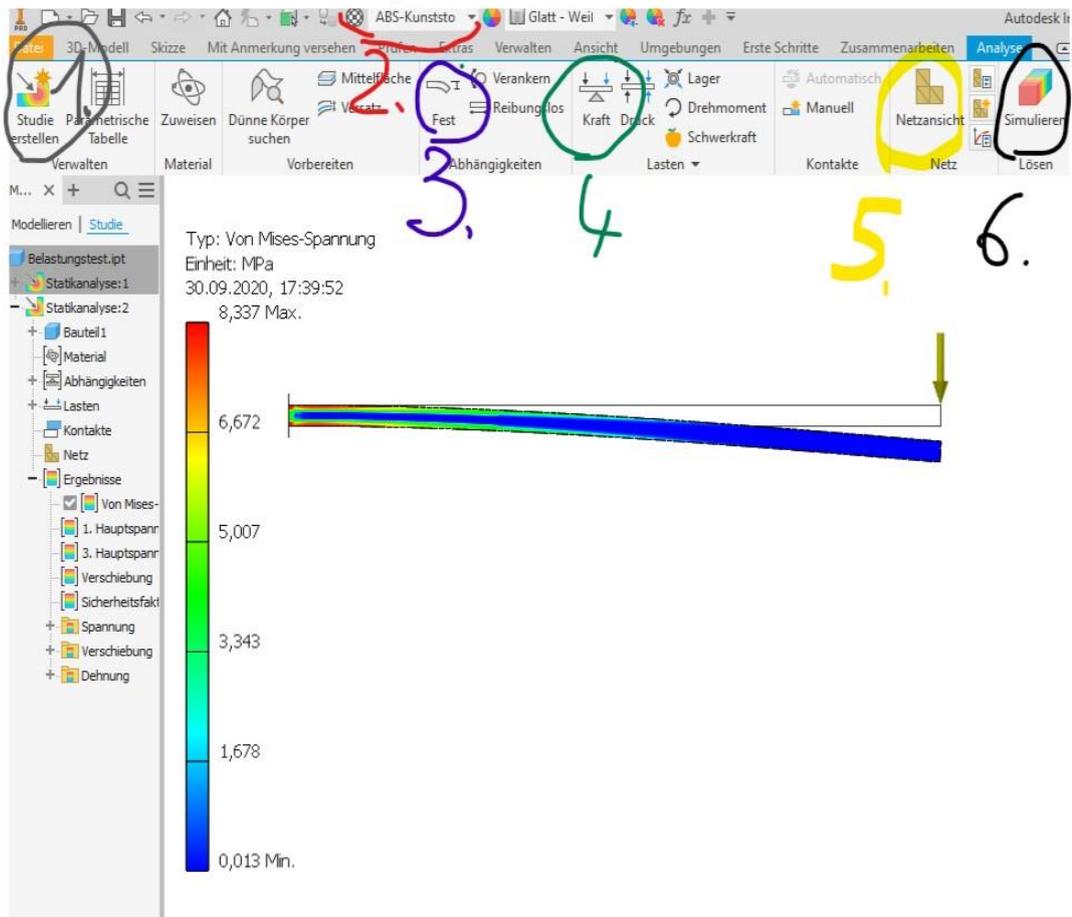
Speichert euer Bauteil. Verwendet wieder (Vorname, Nachname, Aufgabe, Bauteilname)



Anmerkung: Das Vorgehen bei der Erstellung ist unabhängig von der CAD-Software

Arbeitsblatt 2

	<p>Baugruppe erstellen und Belastungstest durchführen können</p>
	<p>Aufgabe 4:</p> <p>Stell eine „Abhängigkeit“ zwischen dem Anschlussstück und eurem Bauteil her. Das Anschlussstück darf nicht verschiebbar sein und soll so positioniert werden, dass die Hebelkräfte bei Belastung minimiert sind.</p>  <p>Das Anschlussstück sollte weder ungünstig abstehen noch unnötige Hebelkräfte auf die Bauteilgruppe verursachen</p> <p>Aufgabe 5:</p> <p>Führt die FEM–Simulation nun an eurer Baugruppe durch:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Studie erstellen anklicken2. Material auswählen3. an einer sinnvollen Stelle einspannen4. Gewichtskraft berechnen und eingeben5. Netzverfeinerung gibt höhere Auflösung verlängert aber Berechnungszeit dramatisch6. „Simulieren“ drücken und danach „Ausführen“ bestätigen



Aufgabe 6:

?

Die Mises-Spannung wird in Mpa angegeben. Gib diese in der Einheit [Kraft/Fläche] an. Wozu dient die Farbgebung?

.....

.....

.....

Aufgabe 7:

?

Optimiere deine Baugruppe anhand deiner Erkenntnisse aus der Simulation. Überlege welche Möglichkeiten es gibt, eine Versteifung zu erreichen.

Gratulation !!! Dein Handyständer ist fertig für den 3D-Druck.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	12
Abbildung 2	13
Abbildung 3	14
Abbildung 4	15
Abbildung 5	16
Abbildung 6	19
Abbildung 7	20
Abbildung 8	22
Abbildung 9	23
Abbildung 10	24
Abbildung 11	25

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.: UE 1-2.....	7
Tab. 2.: UE 3.....	8

