

AB 1 FAKTEN-CHECK

Der **Monobloc** ist ein seit den frühen 1970er Jahren gefertigtes stapelbares Kunststoff-Sitzmöbel. Gemeinsam mit dem Designer Pierre Paulin entwickelte der französische Ingenieur Henry Massonnet den Plastikstuhl, der mittlerweile das am häufigsten verkaufte Sitzmöbel weltweit ist.

Obwohl der Monobloc als zumeist weißes, hässliches Ungetüm geschmäht wird, trifft man ihn in fast jedem Garten, Ausflugslokal, Strand, Park und bei Großveranstaltungen auf der ganzen Welt an. Er besitzt viele praktische Eigenschaften: Er ist stapelbar, sehr leicht, recht wetterbeständig, mit Seifenwasser abwaschbar und vor allem billig. Besonders nachteilig für sein Image sind seine Instabilität und die schmutzanziehende Wirkung seiner Oberfläche, die ihn schnell grau und unansehnlich erscheinen lassen. Kaputte Monobloc Stühle verunzieren die Landschaft und tragen erheblich zur globalen Plastikvermüllung bei.



Die Produktion eines Stücks (monobloc) in einem einzigen Arbeitsgang gab dem Stuhl den Namen, denn im Spritzgussverfahren kann aus 2,5 kg Polypropylen-Granulat PP im Wert von 2,50 Euro in nur 56 Sekunden ein Stuhl hergestellt werden. Innerhalb von 24 Stunden werden bis zu 1.500 Stühle produziert!

Fortschritte in der chemisch-technischen Aufbereitung des Erdöls zu Kunststoffen mit wetterbeständigen und tragfähigen Eigenschaften sowie effiziente Polymerisationsverfahren sind die Grundlagen für die Monobloc-Produktion in so hohen Stückzahlen zum niedrigen Preis.

Aber zukünftig werden nicht nur die praktischen Dinge des Lebens mit dem Plastikstuhl verbunden sein. Seit Beginn 2022 ist der Monobloc sogar ein Kinostar! Der Hamburger Hauke Wendler ist Dokumentarfilmer, Journalist und Produzent und hat so ausführlich zur Geschichte, Verbreitung, Nutzung und Entsorgung des Monoblocs recherchiert, das Reportagen, Podcasts und ein Kinofilm entstanden sind. Im Kulturjournal des NDR wird der Film „Ein Plastikstuhl erobert die Welt“ Sendung: [Kulturjournal | 24.01.2022 | 22:45 Uhr](https://www.ndr.de/kulturjournal/Ein-Plastikstuhl-erobert-die-Welt-Kinofilm-ueber-Monobloc,kulturjournal8340.html) 6 Min | Verfügbar bis 07.03.2022 vorgestellt.



AUFGABEN:

1. Recherchiere den Produktionsprozess und Vertrieb des Monobloc
2. Woraus und wie wird Polypropylen erzeugt und PP-Granulat hergestellt?
3. Preis und Verkaufszahlen in Deutschland, Uganda und Vietnam
4. Recherchiere und diskutiere sein Image in diesen drei Ländern. Gibt es Gemeinsamkeiten/Unterschiede?

Als Quellen stehen beispielsweise Youtube Videos und das Angebot des NDR zur Verfügung.

<https://www.ndr.de/fernsehen/sendungen/kulturjournal/Ein-Plastikstuhl-erobert-die-Welt-Kinofilm-ueber-Monobloc,kulturjournal8340.html> Ergänzend dazu gibt es Features und eine Podcast rund um den Monobloc unter https://www.ndr.de/nachrichten/info/podcasts/Monobloc_monobloc104.html



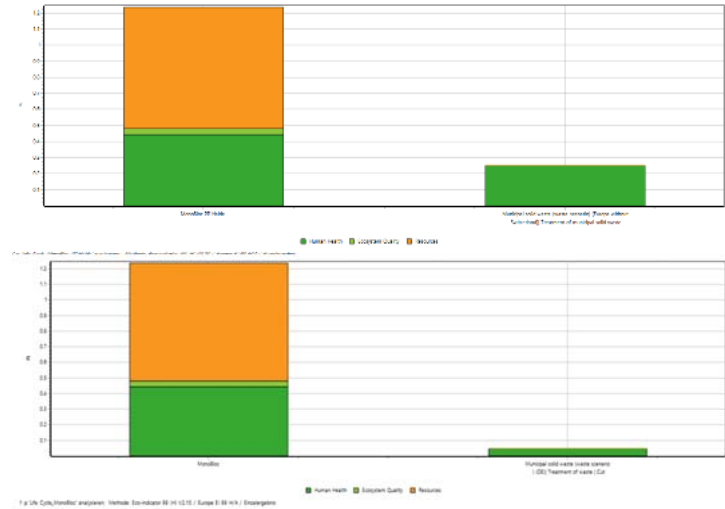
AB 2 Die Anwendung des LCA-Software-Tools „SimaPro5“

Am Beispiel des Gebrauchsgegenstands „Monobloc“ soll eine einfache Lebenszyklus-Analyse mit zwei unterschiedlichen Entsorgungsszenarien, der Deponierung und der Verbrennung, anhand des Datenbank-Tools „SimaPro5“ durchgeführt werden. Die 3. Entsorgungsvariante, das so wichtige Recycling des PP's bietet SimaPro5 in der DEMO-Variante leider nicht an. Um auch diese Funktion mit den Datensätzen zu erhalten, muss eine Lizenz erworben werden!

Step	OBJECTIVES	HOW TO DO
A	Definition der Funktionseinheit	Die Funktionseinheit dieses LCA ist ein Kunststoffstuhl „Monobloc“. Er besteht aus 2,5 kg Polypropylen-Granulat. Es wird im Spritzgussverfahren zum Stuhl geformt.
		Was geschieht mit ihm nach dem Gebrauch? Der Stuhl kann deponiert oder verbrannt werden.
B	Prozess Ablauf Mit dem Button „Vorhergehend“ geht man in der Eingabe einen Schritt zurück	<ol style="list-style-type: none"> 1. Im Assistent „LCA Wizard Demo“ wird die Variante → LCA including the assembly gewählt. 2. Dann → 1. Assembly, da hier keine weiteren Arbeitsschritte beleuchtet werden sollen. 3./4. Product Name → Monobloc mit Ergänzung „Halde oder Verbrennung oder Recycling“ 5. Anzahl der betrachteten Einheiten Amount in life cycle → 1 P(iece) 6. Es wird gefragt, ob Materialien ergänzt werden sollen → Yes 7. Zur Auswahl stehen Metals, Plastics, Paper und Chemicals → Plastics 8. Die nächste Auswahl bietet verschiedene Kunststoffe → Polypropylene, granulate (GLO = global) market for Cut-off, S 9. Eingabe der Menge Amount → 2,5 kg 10. Wizard fragt, ob weitere Materialien benötigt werden → nein, aber ein Verarbeitungsprozess soll hinzukommen. 11. Welcher Prozess-Typ ? in diesem Fall → processing of materials 12. Die nächste Auswahl bietet verschiedene Techniken zur Verarbeitung von Plastik → Injection moulding (GLO) market for Cut-off, S 13. Eingabe der Menge; Amount of processed material → 2,5 kg 14: Wizard fragt, ob weitere Prozesse zum Monobloc benötigt werden → no 15. Wizard fragt, ob weitere Prozesse zum Monobloc life cycle hinzukommen? → no (Das ist hier verwirrend!) 16. Wizard fragt, ob ein Abfall/Waste Scenario zum Life cycle Monobloc hinzukommen? → yes 17a. Gruppe Deponierung auf Halde wählt → Municipal solid waste (Europe without Switzerland) treatment ..., landfill I Cut-off, S 17b. Gruppe Verbrennung wählt → Municipal solid waste (Europe without Switzerland) treatment ..., incineration I Cut-off, S 18. Wizard fragt nach weiteren Ergänzungen oder Verknüpfungen → no 19. Hier endet der LCA Wizard; wähle → weiter 20. Der Prozess soll gespeichert werden → yes 21. In der DEMO-Version sind 16 LCAs frei; wähle → ok 22. Name Monobloc mit Ergänzung „Halde oder Verbrennung oder Recycling“ eintragen und mit ok speichern. 23. Wer will ergänzt noch Kommentare. 24. In der Assistentenansicht – LCA Wizard Demo – Produktsysteme ist der Datensatz zum Monobloc für die folgende Analyse abrufbar.

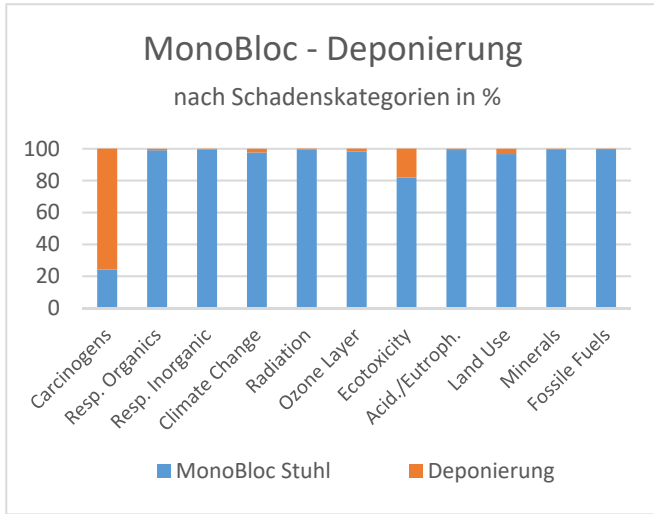
<p>C Inventory Analysis</p> <p>Der Button Vergrößert die Ansicht.</p>	<p>25. In der Assistentenansicht – LCA Wizard Demo – Produktsysteme kann der Datensatz zum Monobloc aufgerufen werden.</p> <p>26. Der Systembaum erscheint und in der links stehenden Auflistung sind die gewählten LCA-Parameter aufgeführt. ACHTUNG: Hier kann jetzt noch getauscht werden. Nach Bestätigung der neuen Eingabe berechnet das SimaPro5-Tool die Grunddaten neu. Allerdings wird in der Demo-Version dann ein ganz neuer Prozess angelegt (man hat nur 16 Prozesse frei). In der Lizenzversion kann dagegen unter neuem Namen abgespeichert oder einfach überschrieben werden.</p> <p>27. Oben links im Reiter „Berechnen“ das „Netzwerk“ auswählen. Optional können hier noch Ergänzungen eingefügt werden. Die angewendete Bewertungsmethode nennt sich Eco-indicator 99 (H) V2.10 / Europe EI 99 H/A. Sie ist normiert und entspricht den vom Gesetzgeber geforderten Richtlinien zur Ermittlung relevanter Daten zum Lebenszyklus Analyse nach DIN ISO 14040 – 14044/2006. Jetzt sollte der SimaPro5-Sceen weit geöffnet sein, sonst findet man den Button „Berechnung“ ganz rechts unten nicht!</p> <p>28. Das Programm berechnet jetzt alle zum LCA Monobloc, Halde (oder Verbrennung; oder Recycling) relevanten Inventories des Netzwerkes. Das kann ein wenig dauern! Bitte nicht unterbrechen.</p> <p>29. Das Netzwerk öffnet sich. In ihm sind alle zum System Monobloc gehörenden Materialien und Prozesse in Form eines SANKEY-Fließdiagramms verknüpft. Auch die zur Verarbeitung des PP-Granulats benötigte Energie (mit einem Strom-Mix) und die Entsorgung ist enthalten. (Indirekt enthalten sind außerdem die zur Produktion erforderlichen Rohstoffe und Verarbeitungsprozesse, die bei der Erstellung des LCA Monobloc unter B mit dem Wizard völlig vernachlässigt wurden! Das ist etwas für Fortgeschrittene...)</p> <p>30. Eine Ansicht als Baum gelingt nicht, weil Schleifen enthalten sind, die nicht in der Demo-Version dargestellt werden können.</p>
<p>D Klassifizierung</p>	<p>31. Jetzt beginnt die eigentliche ANALYSE! Diese Reihenfolge D bis I ist einzuhalten, damit durch Normierung und Gewichtung vergleichbare Resultate entstehen.</p>
<p>E Charakterisierung</p> <p>Mit den Buttons können diese gewählt werden.</p>	<p>32. Durch klicken auf den Reiter „Wirkungsabschätzung“ berechnet das SimaPro5-Tool den Einfluss des Monobloc auf 11 Wirkungskategorien, den sogenannten Subsystemen. Basierend auf den eingesetzten Ressourcen und aus ihnen freigesetzten Emissionen werden für jedes Subsystem Kennzahlen ermittelt, die in drei übergeordnete Bewertungs-Kategorien - die Belastungen der menschlichen Gesundheit, der Umweltverträglichkeit und des Ressourcenverbrauchs einfließen. Dies ist das erste - aber noch nicht normierte - Ergebnis dieses LCA!</p> <p>33. Die Zahlen für die 11 Wirkungskategorien sind (als Summe, als Material- / Prozess-bezogene und Entsorgungs-bezogene Daten) sowohl in tabellarischer als auch grafischer Form darstellbar. Man kann auch andere Farben wählen. Zu erkennen sind bereits Effekte in Kategorie 1, 4, 7 und 8. Für Anfänger sind die Einheiten (bspw. MJ surplus, PDF*m2yr) neu. Für einen ersten Vergleich und eine bessere Darstellung wurde hier die Prozentangabe verwendet.</p>

F	Schadensabschätzung	34. In der ersten Schadensabschätzung werden die drei übergeordneten Bewertungs-Kategorien - die Belastungen der menschlichen Gesundheit, der Umweltverträglichkeit und des Ressourcenverbrauchs – auf- und die Einheit Pt eingeführt. 1 Pt (Eco Point) steht für 1/1000stel des jährlichen Umwelteintrags (environmental load) eines europäischen Durchschnittsbürgers.
G	Normalisierung	35. Anklicken → stellt die Vergleichbarkeit der betrachteten 11 Kategorien sicher
H	Gewichtung	36. Anklicken → gewichtet die verschiedenen Indikatoren, die in einer Kategorie abgebildet werden, in korrekten Relationen zueinander.
I	Interpretation	<p>37. Anklicken → um das Endergebnis zu erhalten.</p> <p>1,49 Pt für den Monobloc und die Deponierung. 1,29 Pt für den Monobloc und die Verbrennung. [0,47 Pt für den Monobloc und ein Recycling.] Nur mit Lizenz-Version</p> <p>Die Produktion des aus PP bestehenden Monoblocs geht natürlich zu Lasten der fossilen Ressourcen (orange) und energetischen Ressourcen. Das beeinträchtigt die Gesundheit erheblich. Vor allem das kanzerogene Potential ist zu erwähnen.</p> <p>Wenn der Stuhl letztendlich deponiert wird, verbleiben die in ihm enthaltenen Ressourcen ungenutzt. Gerade fossilbasierte Kunststoffe enthalten eine hohe Energiedichte, die besser einer sekundären Nutzung zugeführt oder aber recycelt werden sollten.</p> <p>Ein Vergleich mit den Daten aus der Verbrennung, die möglicherweise mit einer Verstromung oder Fernwärme gekoppelt ist, verdeutlicht dies.</p>

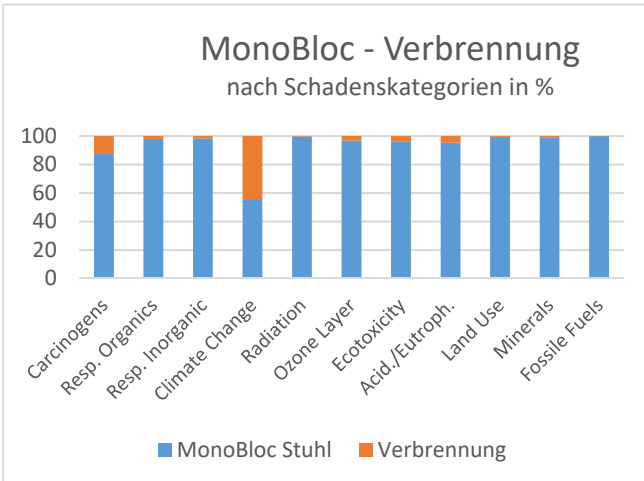
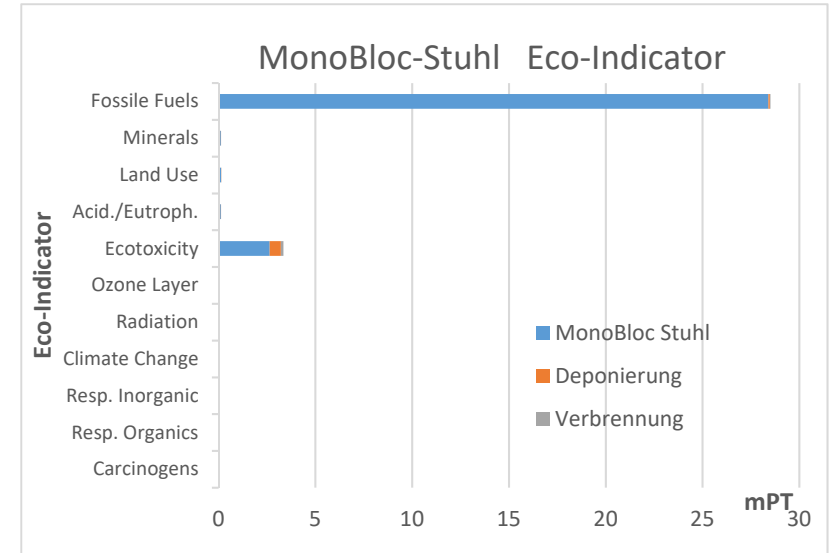


AB 3 DATENBLATT LCA „Monobloc“ und das Problem mit dem Plastikmüll

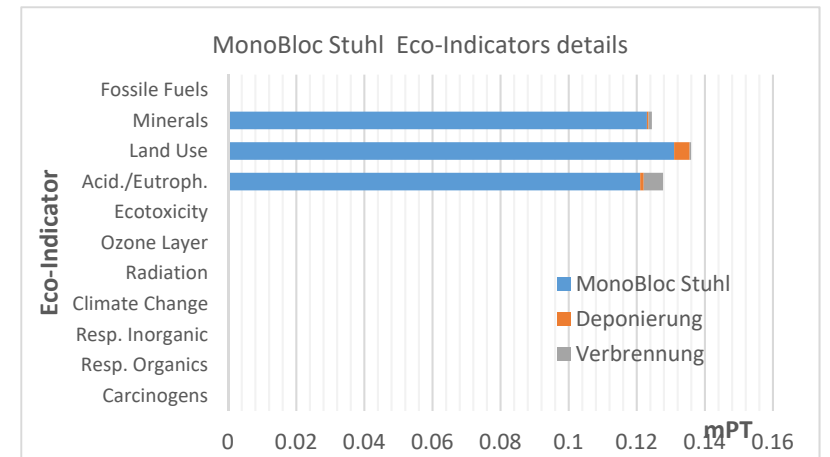
Ergebnisse aus dem LCA mit SimaPro5:



Schadenskategorie [%]	MonoBloc	Deponierung
Carcinogens	24.2	75.8
Resp. Organics	99	0.98
Resp. Inorganic	99.5	0.518
Climate Change	97.6	2.35
Radiation	99.5	0.515
Ozone Layer	98.1	1.9
Ecotoxicity	81.9	18.1
Acid./Eutroph.	99.1	0.853
Land Use	96.6	3.37
Minerals	99.6	0.363
Fossile Fuels	99.7	0.262



Schadenskategorie [%]	MonoBloc	Verbrennung
Carcinogens	87.3	12.7
Resp. Organics	98	2.05
Resp. Inorganic	98.3	1.68
Climate Change	55.7	44.3
Radiation	99.7	0.272
Ozone Layer	96.9	3.1
Ecotoxicity	96	4
Acid./Eutroph.	95.3	4.7
Land Use	99.4	0.609
Minerals	99.1	0.878
Fossile Fuels	99.9	0.123



AB 4 Gruppendiskussion / Expertenrunde / Gruppenpuzzle

Mit der abschließenden **Präsentation der Ergebnisse** (via Keynote, Powerpoint, Padlet oder als Poster) und **Diskussion** (als Gruppenpuzzle / Podiumsdiskussion / Expertenrunde) gelingt die Vermittlung der Resultate aus den Gruppenarbeiten hin zur gesamten Lerngruppe.

Die **Schadstoffe und Einflussparameter** sollen als Argumentationshilfe in einer Expertenrunde die pros & cons zum jeweiligen Produkt und den hier zur Diskussion stehenden Entsorgungsszenarien liefern.

Setting Impact Categories	Classification & Characterization	Normalization	Grouping	Endpoint Area of Protection
Schadstoffe	wirken auf	fließt ein in Schadenskategorie	Wirkung auf / Impact	Endpunkt
Blei, Cadmium, Nickel, Cobalt VOC (volatile organic compounds)	Human toxicity potential	Carcinogens Resp. Organics Resp. Inorganic	Human Impacts	Human Impacts
Blei, Cadmium, Arsen, Antimon	Global Warming Potential	Climate Change		
CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O		Radiation		
UV, Radioaktivität (Lärm)				
VOC (volatile organic compounds)	Formation potential of tropospheric ozone photochemical oxidants	Ozone Layer	Ecosystem Impacts	Ecosystem Impacts
FCKW, C ₂ H ₄ , CH ₃ COCH ₃ , H ₂ CO	Depletion potential of the stratospheric ozone layer			
Stäube, Ruß, Partikel	Smog Bildung / Particulate Matter Formation			
Schwermetalle, toxische Mikroschadstoffe	Freshwater aquatic ecotoxicity potential Marine aquatic ecotoxicity potential Terrestrial ecotoxicity potential Abiotic depletion potential for non-fossil resources	Ecotoxicity	Resource Depletion	Resource Depletion
HNO ₂ , HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , H ₂ SO ₃ , saurer Regen	Acidification potential of land and water	Acidification		
PO ₄ , NO ₃ aus Gülle, Mist & Dünger	Eutrophication potential	Eutrophication		
Land	Flächenverbrauch	Land Use		
mineralische Rohstoffe, Erze	Ressourcenverbrauch	Minerals		
Mineral Oil, Petroleum	Ressourcenverbrauch	Fossile Fuels		

Abbildung: LCA Monobloc mit SimaPro5 - Schadstoffe, Kategorien und Einflussparameter

AUFGABEN / FRAGEN:

1. Welche Schadkategorien sind durch die Produktion des Monoblocs besonders belastet.
2. Wie wirken sich die beiden Entsorgungsszenarien auf die Gesundheit, Umwelt und die Ressourcen aus?
3. Warum ist die Deponierung so gesundheitsschädlich und hat negative Auswirkungen auf die Umwelt?
4. Erklärt die Beeinflussung der Schadenskategorie Klimawandel bei der Verbrennung.

FAZIT:



Die kostenlose DEMO Version in der Education Variante kann dazu heruntergeladen werden. Unter dem Link <https://simapro.com/licences/#/education> ist der Download einer 30 tägigen Demo-Variante möglich, die eine Verknüpfung von bis zu 40 Teilnehmern erlaubt.