

CNT in Plastik – Umweltentlastungseffekte im Einsatzbereich Automobil?

FachDialog

Chancen und Risiken der Anwendung von Nanotechnologien im Automobilsektor

Michael Steinfeldt, Universität Bremen
FG Technikgestaltung und Technologieentwicklung
FB Produktionstechnik
Berlin, 26. September 2017

Vergleiches Life Cycle Assessment (Ökobilanz) von Nanoinnovationen

- Wir benötigen möglichst frühzeitig im Innovationsprozess (Forschung und Entwicklungsphase) Informationen zu den neuen möglichst nachhaltigeren Nanoprodukten
 - prospektive Informationen zu den Umweltwirkungen der nanomaterialien und zu den Umwelteffekten der Nanoprodukte
→ (prospektive) Life Cycle Assessment
 - Informationen zu Risikopotentialen der Nanomaterialien/-produkte
→ (preliminary) Risk Assessment, precautionary Risk Management
→ Hot spot release mapping, ...
- Life Cycle Assessment (Ökobilanz) ist die am weitesten entwickelte und standardisierte Methode zur Bestimmung der Umweltwirkungen von Produkten

Life cycle thinking mit Fokus auf Umweltentlastungen

- Was sind die Umweltwirkungen der Produktion von Nanomaterialien im Vergleich zu konventionellen Materialien?
- Was ist der Einfluss dieser Nanomaterialien auf die Umweltwirkungen der neuen Anwendung?
- Welche Art von Anwendungen benötigen wir in der Zukunft, um hohe Umweltentlastungseffekte / Nachhaltigkeitseffekte realisieren zu können?

SUN Projekt: WP2 Life cycle thinking - Fallstudien

LCA Case Study	Green Nano design principle?
Nano-WC-Cobalt (Tungsten Carbide-cobalt) sintered ceramics	Ressource efficiency
Nanocopper wood preservatives	Ressource efficiency
Carbon Nano Tube (CNT) in plastics	Ressource efficiency
Silicon Dioxide (SiO_2) as food additive	
Nano-Titanium Dioxide (TiO_2) air filter system	Energy and environmental technology
Organic pigment in plastics	
Nanosilver (Ag) in textiles	

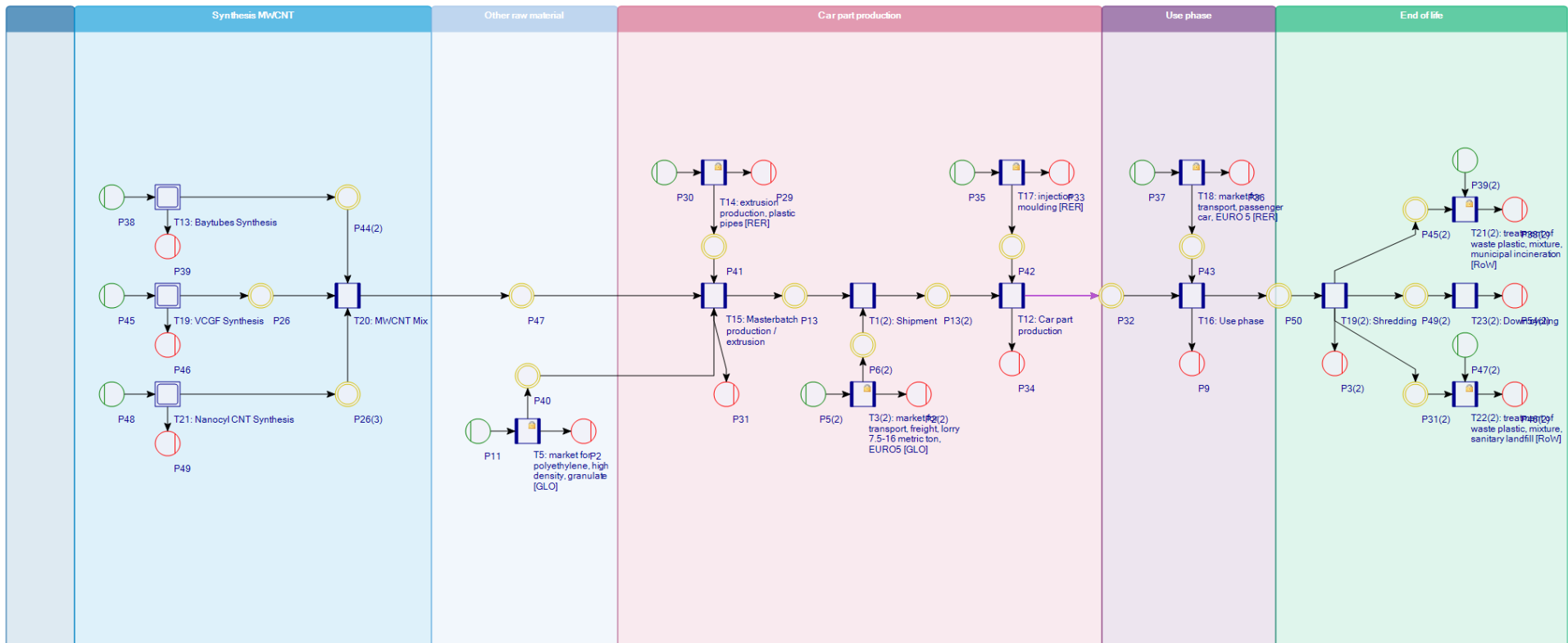
Fallstudie: CNT in Plastik

- Hintergrund: Carbon Nanotubes (CNT) verfügen über sehr gute elektrostatische Eigenschaften, die in speziellen Plastikteilen zum Einsatz kommen und dort konventionelle Additive wie Carbon Black substituieren können.
- Ziel: Ermittlung der potenziellen Umweltwirkungen des Einsatzes von CNT im Automobil und deren Vergleich mit konventionellen Materialien
- Variantenbetrachtungen:

Variante	Plastikanteil	Additivanteil
Car part with 10% Carbon Black	90 g HDPE	10 g Carbon Black
Car part with 5% MWCNT	95 g HDPE	5 g MWCNT
Car part with 5% MWCNT, 5% weight reduction	90 g HDPE	5 g MWCNT

Fallstudie: CNT in Plastik

- Betrachtung des gesamten Produktlebenswegs
- Nutzung eines Durchschnittswerts für die Produktion von CNT unter Berücksichtigung dreier möglicher und potenziell relevanter CNT-Synthesen (Baytubes[®], NANOCYL[™], and VGCF[®])
- Systemgrenzen:



Fallstudie: CNT in Plastik

- Ergebnisse: In allen Umweltwirkungskategorien hat die Variante 'Car part with 5% MWCNT' die höchsten Wirkungen und schneidet im Vergleich zu der Variante 'Car part with 10% Carbon Black' in einem Bereich von 4.5-6.9% schlechter ab.

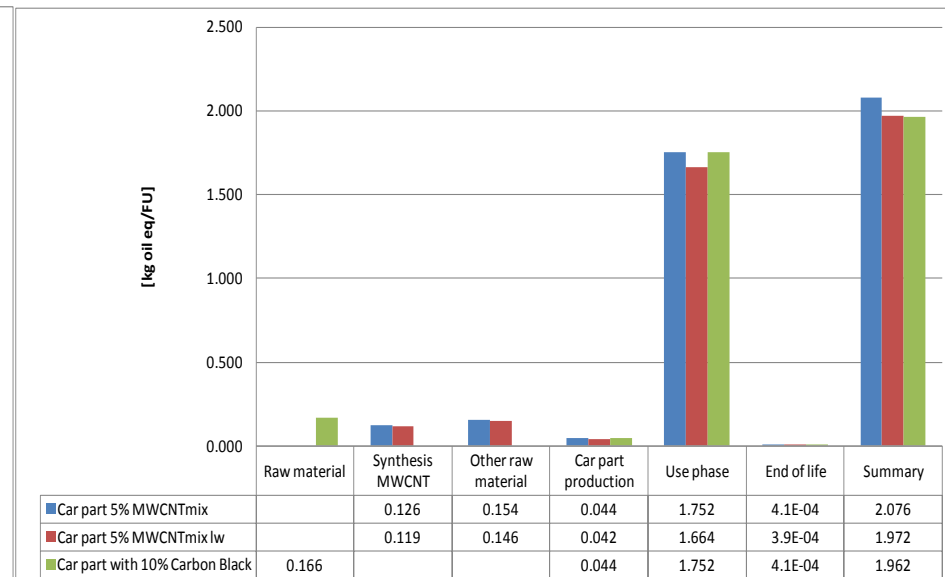
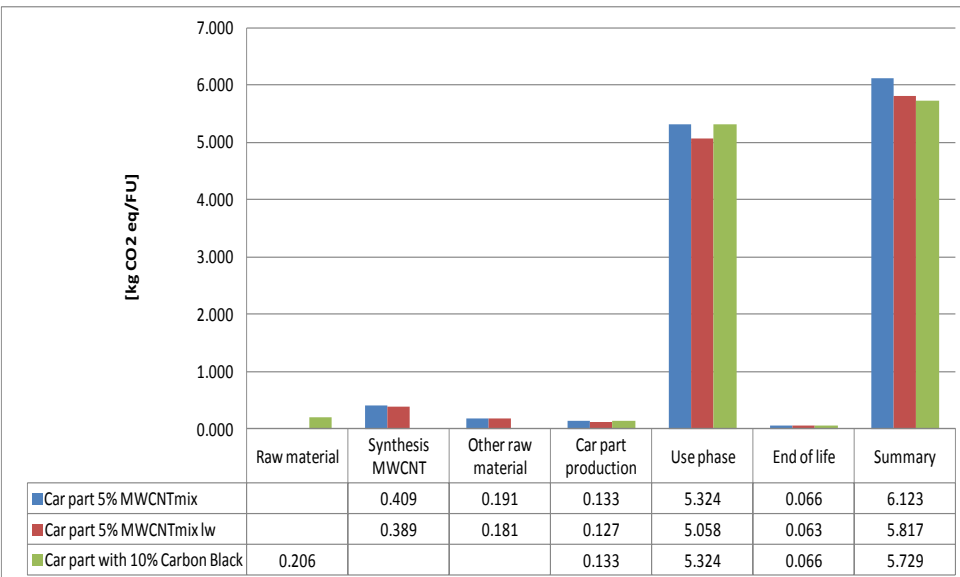


Figure. ReCiPe Midpoint (H) w/o LT - climate change w/o LT, GWP100 w/o LT.

Figure. ReCiPe Midpoint (H) w/o LT - fossil depletion w/o LT, FDP w/o LT.

Fallstudie: CNT in Plastik

- Ergebnisse: Erst die Variante 'Car part with 5% MWCNT lightweight' mit einer Gewichtseinsparung von 5% bewegt sich im gleichen Bereich wie die konventionelle Variante.

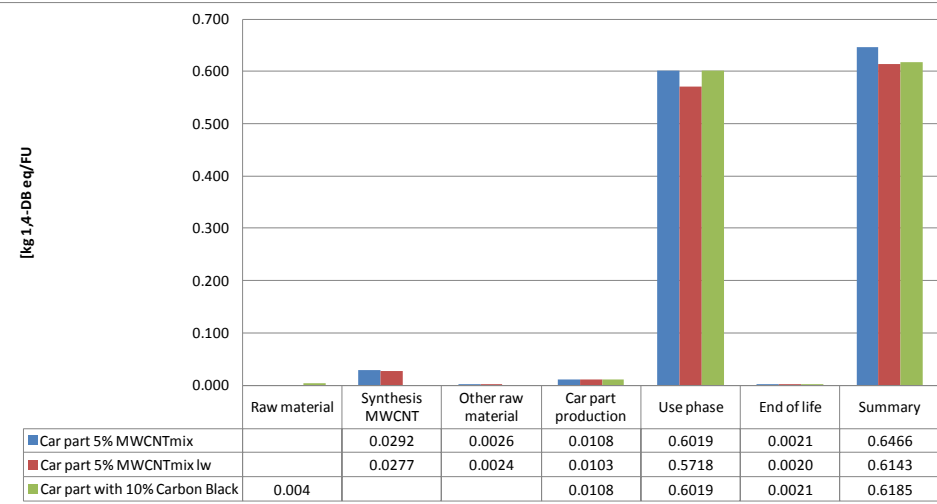
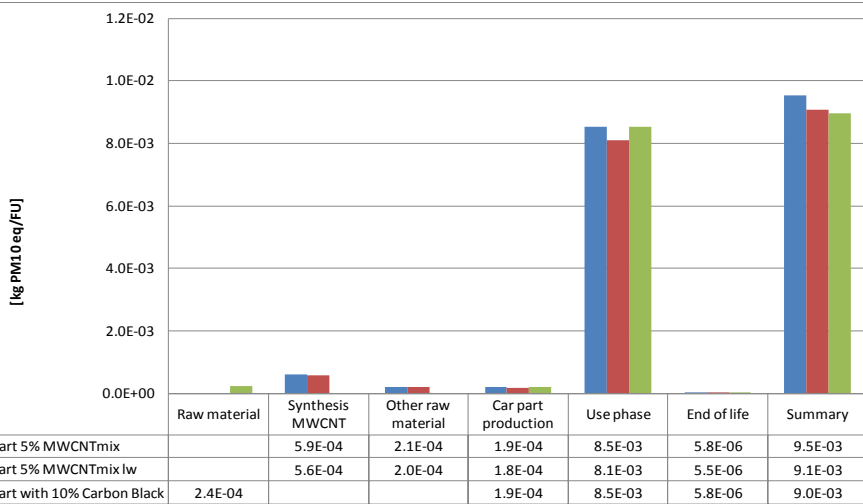


Figure. ReCiPe Midpoint (H) w/o LT - particulate matter formation w/o LT, PMFP w/o LT.

Figure. ReCiPe Midpoint (H) w/o LT - human toxicity w/o LT, HTPinf w/o LT.

Fallstudie: CNT in Plastik

- Auswertung unter Berücksichtigung von ‚Shadowprices‘

Impact category	Car part with 5% MWCNT		Car part with 5% MWCNT lightweight		Car part with 10% Carbon Black	
Agricultural land occupation	0.21 m2a	0.02 €	0.20 m2a	0.02 €	0.16 m2a	0.01 €
Climate change	6.12 kg CO2-Eq	0.15 €	5.82 kg CO2-Eq	0.15 €	5.73 kg CO2-Eq	0.14 €
Fossil depletion	2.08 kg oil-Eq	- €	1.97 kg oil-Eq	- €	1.96 kg oil-Eq	- €
Freshwater ecotoxicity	0.01 kg 1,4-DCB-Eq	0.00 €	0.01 kg 1,4-DCB-Eq	0.00 €	0.01 kg 1,4-DCB-Eq	0.00 €
Freshwater eutrophication	3.16E-04 kg P-Eq	0.00 €	3.00E-04 kg P-Eq	0.00 €	2.78E-04 kg P-Eq	0.00 €
Human toxicity	0.65 kg 1,4-DCB-Eq	0.01 €	0.61 kg 1,4-DCB-Eq	0.01 €	0.62 kg 1,4-DCB-Eq	0.01 €
Ionising radiation	0.39 kg U235-Eq	0.02 €	0.37 kg U235-Eq	0.02 €	0.33 kg U235-Eq	0.01 €
Marine ecotoxicity	0.01 kg 1,4-DCB-Eq	0.00 €	0.01 kg 1,4-DCB-Eq	0.00 €	0.01 kg 1,4-DCB-Eq	0.00 €
Marine eutrophication	6.36E-04 kg N-Eq	0.01 €	6.04E-04 kg N-Eq	0.01 €	5.90E-04 kg N-Eq	0.01 €
Metal depletion	0.64 kg Fe-Eq	- €	0.61 kg Fe-Eq	- €	0.62 kg Fe-Eq	- €
Natural land transformation	1.80E-03 m2	0.00 €	1.71E-03 m2	0.00 €	1.79E-03 m2	0.00 €
Ozone depletion	9.35E-07 kg CFC-11-Eq	0.00 €	8.88E-07 kg CFC-11-Eq	0.00 €	9.00E-07 kg CFC-11-Eq	0.00 €
Particulate matter formation	0.01 kg PM10-Eq	0.49 €	0.01 kg PM10-Eq	0.47 €	0.01 kg PM10-Eq	0.46 €
Photochemical oxidant formation	0.02 kg NMVOC	0.01 €	0.02 kg NMVOC	0.01 €	0.02 kg NMVOC	0.01 €
Terrestrial acidification	0.02 kg SO2-Eq	0.01 €	0.02 kg SO2-Eq	0.01 €	0.02 kg SO2-Eq	0.01 €
Terrestrial ecotoxicity	8.27E-04 kg 1,4-DCB-Eq	0.00 €	7.86E-04 kg 1,4-DCB-Eq	0.00 €	8.00E-04 kg 1,4-DCB-Eq	0.00 €
Urban land occupation	0.15 m2a	0.01 €	0.14 m2a	0.01 €	0.15 m2a	0.01 €
Water depletion	0.01 m3	0.01 €	0.01 m3	0.01 €	0.01 m3	0.01 €
Summary Shadow prices		0.76 €		0.72 €		0.70 €

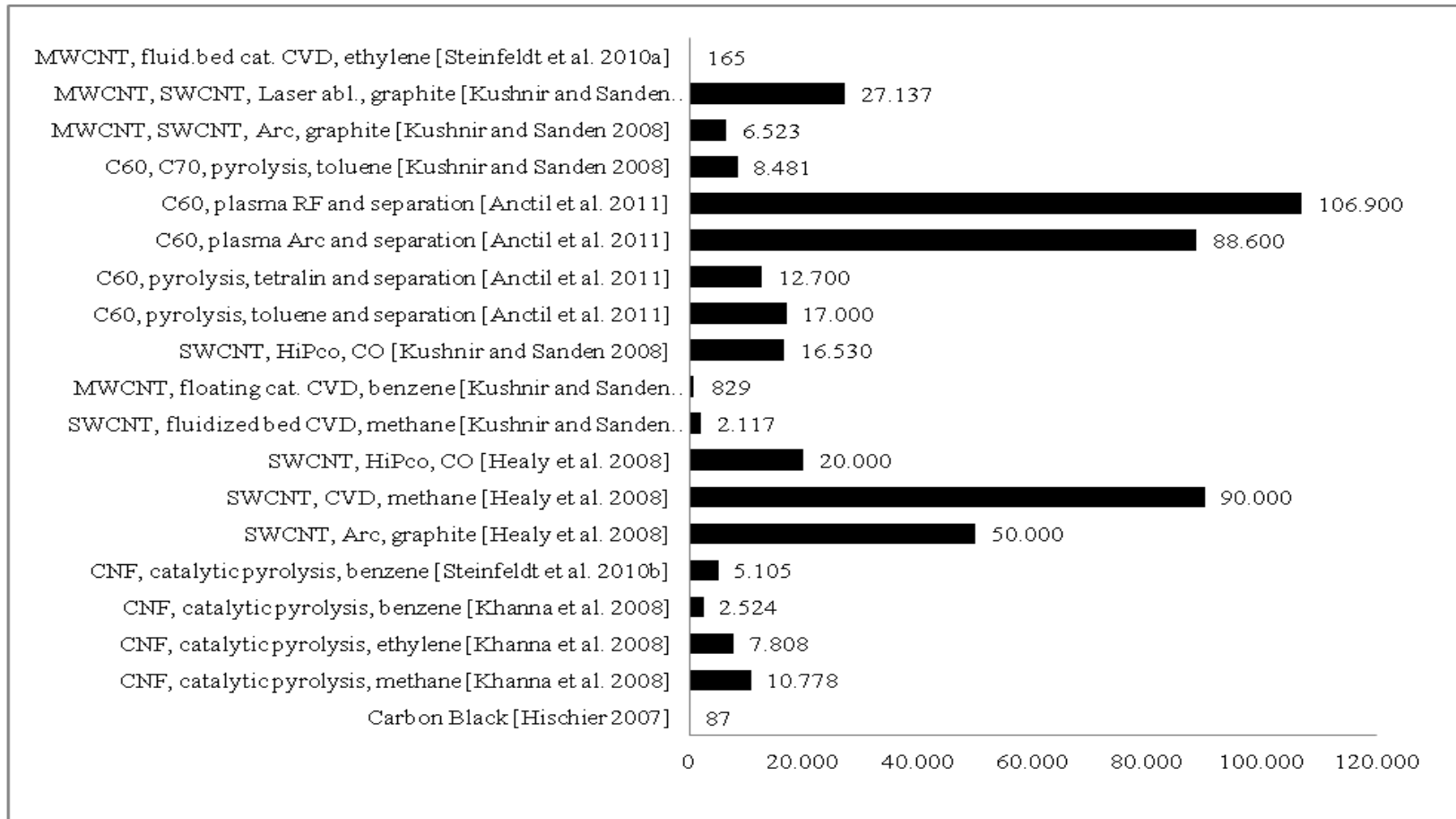
Bezug zu den Eingangsfragen

- Umweltwirkung der Produktion von Nanomaterialien im Vergleich zu konventionellen Materialien
 - Großer Bereich von Faktoren (1,2 – 20 (100) höher als mikroskalige Materialien)
- Einfluss dieser Nanomaterialien auf die Umweltwirkungen der neuen Anwendung?
 - Sehr differenziert
- Benötigte Anwendungen in der Zukunft mit hohen Umweltentlastungseffekte / Nachhaltigkeitseffekte realisieren
 - Geringer Anteil mit verbesserter Funktionalität,
 - Umweltnutzen in der Gebrauchsphase (höhere Ressourcen- und/oder Energieeffizienz)
 - Langlebiges Produkt
 - Gute Integration der Nanomaterialien in die Produktmatrix (geringes Releasepotential)

Vergleich des KEA zur Herstellung diverser Kohlenstoffnanomaterialien

MJ-Äquivalente / kg Material

(z. T. eigene Berechnungen)



Steinfeldt 2011