

Energiebilanz des Recyclings gebrauchter Butyl-Fahrradschläuche

Ist die Herstellung neuer Fahrradschläuche aus alten Butyl-Schläuchen im Vergleich zur Neuproduktion aus Rohöl überhaupt ökologisch sinnvoll?

Zur Beantwortung solcher Fragen wird in der Regel eine vergleichende Ökobilanz erstellt. Was ist das? Eine Ökobilanz berücksichtigt alle Einflüsse, die ein Prozess oder die Herstellung eines Produktes auf die Umwelt haben. Dazu zählen beispielsweise die Entnahme von Erzen oder Rohöl aus der Erde, der Verbrauch von Wasser, die Belastung der Umwelt mit Abfällen, Abwässern und Abgasen, ihre toxischen Wirkungen und ihre Klimarelevanz. Diese Einflüsse werden in standardisierter Form zusammengefasst. Dadurch können Produkte, die auf unterschiedlichem Weg hergestellt werden, hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz miteinander verglichen werden.

Eine detaillierte Ökobilanz erfordert eine große Zahl von Daten, die für komplexe Prozesse nicht immer verfügbar sind. In solchen Fällen beschränkt man sich häufig auf eine vergleichende Energiebilanz, da die Energiedaten fast immer vorhanden sind. Außerdem ist der Verbrauch an Energie erfahrungsgemäß ein guter Maßstab für die Gesamtheit der Einflüsse auf die Umwelt. Eine solche Energiebilanz hat die EPEA Internationale Umweltforschung GmbH im Auftrag der Ralf Bohle GmbH im Februar 2015 für das Recycling alter Fahrradschläuche erstellt.

Im Fall der Fahrradschläuche werden zwei Wege („Szenario A“ und „Szenario B“) der Herstellung von Butylkautschuk verglichen, nämlich das Recycling alter Butyl-Schläuche und die Neuproduktion von Butylkautschuk aus Erdöl. Dabei beschränkt sich die Betrachtung auf den Teil der Schlauchproduktion, der tatsächlich unterschiedlich ist, nämlich die Herstellung der noch nicht vulkanisierten Gummimischung.

Die Produktion der Schläuche erfolgt in Jakarta/Indonesien. Daher müssen für das Recycling die alten Butyl-Schläuche von den Händlern in Deutschland gesammelt, per Postpaket nach Reichshof geschickt, dann per LKW nach Antwerpen transportiert und zuletzt mit dem Container nach Jakarta verschifft werden. In einer Fabrik nahe Jakarta werden die Ventile aus dem Schlauch geschnitten und das Gummi in einer speziellen Anlage devulkanisiert. Das erhaltene Produkt, das Devulkanisat, kann nach Zugabe von Vulkanisationschemikalien bei der Herstellung neuer Schläuche an Stelle frischer Gummimischung verarbeitet werden. Die Energiebilanz hierfür ist:

A. Szenario Schlauchrecycling

1. Transport der alten Schläuche nach Reichshof per Postpaket (geschätzt ¹)	5,5 MJ/kg
2. Transport Reichshof – Antwerpen Hafen per LKW (Distanz 260 km) ²	1,1 MJ/kg
3. Transport Antwerpen – Jakarta per Containerschiff (Distanz 15.800 km) ²	2,4 MJ/kg
4. Devulkanisation bei R&R nahe Jakarta (Stromverbrauch 0,72 kWh _e /kg) ³	7,8 MJ/kg
Gesamter Energieverbrauch (Rohöl)	<u>16,8 MJ/kg</u>

Wird dagegen der Schlauch ausschließlich aus Neumaterial, d.h. Rohöl produziert, ergibt sich folgendes Bild:

B. Szenario Neumaterial⁴

1. Synthese von Butylkautschuk (70% x 55,8 MJ/kg) ⁴	39,1 MJ/kg
2. Synthese von Ruß (30% x 126,5 MJ/kg) ⁴	37,9 MJ/kg
3. Gutschrift für die Verbrennung der alten Schläuche in einer MVA ⁵	- 13,0 MJ/kg
Gesamter Energieverbrauch (Rohöl)	<u>64,0 MJ/kg</u>

Der Vergleich zeigt, dass für das Recycling der alten Schläuche trotz des aufwändigen Transports nur ein Viertel der bei der Neuproduktion verbrauchten Energie benötigt wird. Interessant ist auch, dass die Produktion des als Füllstoff verwendeten Rußes noch (energie-)aufwändiger als die Butylkautschukherstellung selbst ist. Da der Ruß bei der Devulkanisation im Gummi verbleibt, wird er ebenfalls wiederverwendet.

Die in der wissenschaftlichen Literatur angegebenen Energieverbräuche für die Kautschuksynthese streuen stark. Die Ursachen dafür sind nicht ohne weitere Recherche erkennbar. Sie liegen vermutlich in der Wahl unterschiedlicher Rahmenbedingungen für die jeweiligen Berechnungen. Da sich in mehreren Quellen Werte finden, die deutlich über den oben genannten 55,8 MJ/kg (Szenario B, Zeile 1) liegen, ist der energetische Vorteil des Recyclings gegenüber der Neuproduktion wahrscheinlich noch größer als der Faktor 4.

Erläuterungen:

1. Eine Energiebilanz für den Transport per Postpaket war nicht verfügbar. Zudem sind die Entfernungen zwischen den einzelnen Fahrradhändlern und der Logistik-Zentrale in Reichshof individuell verschieden und der Mittelwert nicht bekannt. Der Transport und die Zustellung einzelner Pakete ist jedoch vergleichsweise energieaufwändig. Um den ungünstigsten Fall zu berücksichtigen („worst case“), wurde der Energieverbrauch auf das Fünffache des Bedarfs für den Transport der Schläuche von Reichshof nach Antwerpen angesetzt.
2. Daten entnommen aus „Primärenergiefaktoren von Transportsystemen“ der ESU-Services; Bericht erstellt im Auftrag des Bundesamtes für Energie der Schweiz (http://www.esu-services.ch/fileadmin/download/Transportsysteme_v2.2_2011.pdf; download am 22.10.2014)
3. Angabe des Betreibers der Devulkanisationsanlage R&R in Indonesien; bei der Umrechnung von kWh (elektrisch) in MJ (Rohöl) wurde ein Wirkungsgrad thermisch > elektrisch von 33% angesetzt.
4. Annahme einer vereinfachten Formulierung aus 70% Butylkautschuk und 30% Ruß. Da Daten für Butylkautschuk nicht verfügbar waren, wurden die des ähnlichen SBR genutzt. Quelle: T. Amari. Resource recovery from used rubber tires. Resources Policy, Volume 25, Issue 3, 1999, 179–188
5. Im Szenario B werden die Fahrradschläuche nach der Nutzung nicht eingesammelt und recycelt. Vielmehr werden sie einzeln über den Restmüll entsorgt. Dieser wird in Deutschland stets einer thermischen Behandlung (Verbrennung) in einer Müllverbrennungsanlage (MVA) unterworfen. Die dabei entstehende elektrische und thermische Energie kann genutzt werden. Daher muss diese Energie in der Bilanz vom ursprünglichen Aufwand für die Herstellung des Schlauches abgezogen werden („Gutschrift“). Aus verschiedenen Gründen ist der energetische Wirkungsgrad einer MVA sehr niedrig. Er liegt im Durchschnitt bei 32,5% (Summe elektrisch + thermisch). Es wird daher nur ein kleiner Teil des Material-Heizwertes von 40 MJ/kg genutzt. Quelle: IAA Dresden und INTECUS. Nutzung der Potenziale des biogenen Anteils im Abfall zur Energieerzeugung. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes (2010), S.70 (http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_forst_geo_und_hydrowissenschaften/fachrichtu ng_wasserwesen/iaa/publikationen/Endbericht_19072010.pdf; download am 18.2.2015)