

<b>SKEPPSHULT</b>	Dokumentenname /Name of document <b>Berechnung des Kohlendioxids</b>		Seite / Page 1 (5)	Systemdokument/ System document D-14
	(Registerkarte im Unternehmensordner Dokumentation )	Erstellt von / Made by <b>M. Larsson</b>	Geprüft von/ Approved by <b>M. Nattfogel</b>	Datum / Date 15.06.2008 Revidiert 30.09.2008

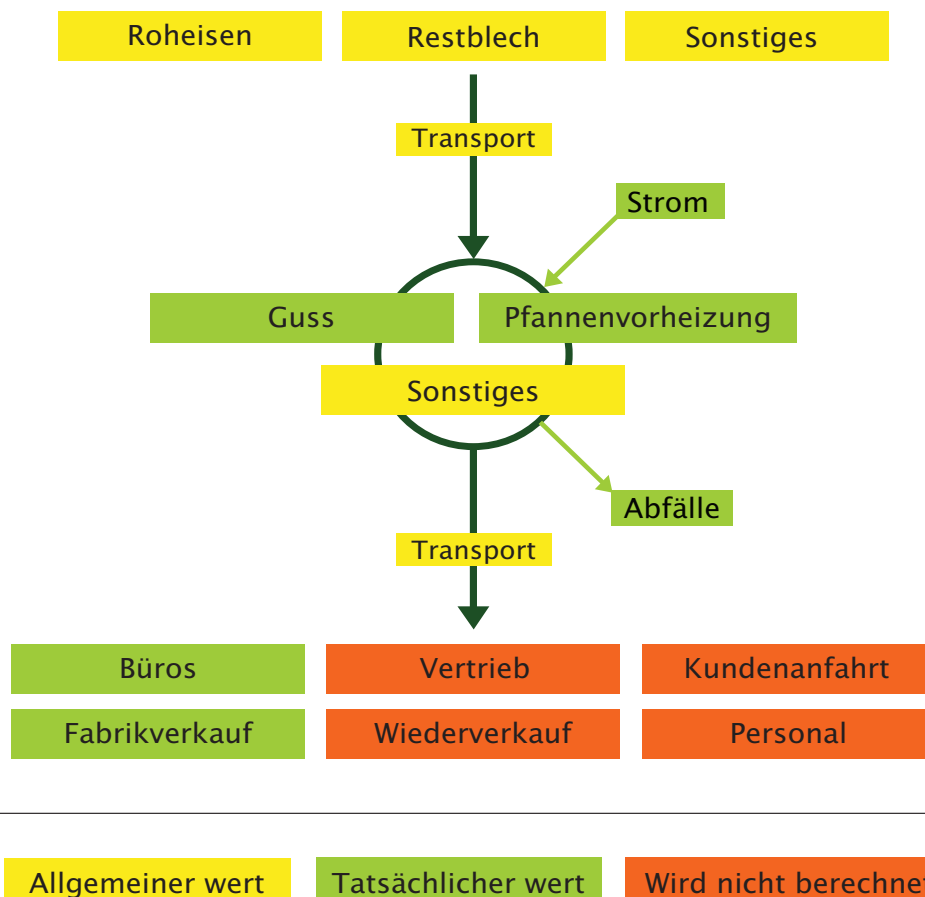
## Berechnung des Kohlendioxidausstoßes

### Hintergrund:

Skeppshults Gjuteri AB hat eine Erfassung der Umweltauswirkungen vorgenommen, die von den Produkten aus der Fabrik von Skeppshult ausgehen. Der Schwerpunkt der Untersuchung lag auf den Treibhausgasen, da der Treibhauseffekt heute als größte Gefährdung der Umwelt angesehen wird.

Es folgt eine kurze Zusammenfassung, wie Skeppshult Gjuteri AB (im Folgenden: die Gießerei) die Berechnungen vorgenommen hat. Der Ausstoß von Treibhausgasen wird als Gramm Kohlendioxidäquivalent pro Kilo (Guss-)Ware ausgedrückt. Kohlendioxidäquivalente sind eine Form der Übertragung der Klimaauswirkungen, die von verschiedenen Gasen ausgehen, auf die entsprechende Auswirkung, die von Kohlendioxid ausgeht. Ein Gas, die stärkere Auswirkungen auf das Klima hat, erhält eine höhere Ziffer, und eines, das geringere Auswirkungen auf das Klima hat, eine niedrigere Ziffer. Methan hat beispielsweise ein Kohlendioxidäquivalent von 21, d.h. eine Emission von 1 g Methan entspricht einer Emission von 21 g Kohlendioxid.

Nachfolgend ist eine Tabelle über die verschiedenen Faktoren aufgeführt, die den Ausstoß beeinflussen können, sowie eine Bewertung der Sicherheit in Bezug auf die verschiedenen Faktoren.



<b>SKEPPSHULT</b>	Dokumentenname /Name of document <b>Berechnung des Kohlendioxids</b>		Seite / Page 2 (5)	Systemdokument/ System document D-14
	(Registerkarte im Unternehmensordner Dokumentation )	Erstellt von / Made by <b>M. Larsson</b>	Gepüft von/ Approved by <b>M. Nattfogel</b>	Datum / Date 15.06.2008 Revidiert 30.09.2008

## Rohstoffe

**Roheisen:** Der in Bezug auf das Gewicht größte Rohstoff ist Roheisen. Es hat sich als schwierig erwiesen, genaue Zahlen von unserem Zulieferer zu bekommen, weshalb wir den globalen Mittelwert verwendet haben. Ein modernes Sinterstahlwerk, das Hämatiterze verarbeitet, stößt ca. 2 Kilo CO<sub>2</sub> pro Kilo Roheisen (Gusseisen) aus.<sup>1</sup> Ein Stahlwerk auf Pelletbasis, das Magnetiterze verarbeitet, stößt nur 0,35 kg CO<sub>2</sub> pro Kilo Roheisen aus. Im Bereich dieser Spanne bewegt sich unser Zulieferer. Das kann beim Endergebnis natürlich große Unterschiede bedeuten. Da uns sichere Daten nicht vorliegen, setzen wir für die Berechnung den ungünstigsten Fall an, also **2000 g/kg Ware**.

**Restblech:** Um die richtige Legierung des Gusseisens zu erhalten, wird eine bestimmte Menge Restblech (Überreste aus anderen Industrien, die beim Ausstanzen aus Stahlblechplatten übrig bleiben) untergemischt. Die Auswirkungen, die bei der Herstellung des Blechs entstehen, haben wir nicht in die Berechnung aufgenommen, da wir das Verfahren als Wiederverwertung eines bereits fertigen Produkts ansehen.

**Sonstiges:** Zwar werden noch einige weitere Rohstoffe verarbeitet, doch diese treten in äußerst geringen Mengen auf. Sie werden in diesem Zusammenhang nicht in die Berechnung aufgenommen, da die Kohlendioxidäquivalente als verschwindend gering angesehen werden können.

## Transporte

**Sand:** Unsere Formen werden aus gepresstem Sand gefertigt und in gewissem Maße wird der Sand verbraucht. Daher muss kontinuierlich neuer Sand in die Fabrik geliefert werden. Der Sand stammt aus Baskarp am Südufer des Vätternsees, d.h. er stammt aus der Region. Der Sand selbst gibt keine Emissionen von Treibhausgasen ab. Doch durch den Transport des Sands zur Gießerei entstehen Emissionen. Die Transportstrecke beträgt 109 km und wir kaufen pro Jahr 346 Tonnen (2007) ein, was insgesamt 37.714 Tonnenkilometer ergibt. Unser Transportunternehmen DSV hat uns Angaben zum Kohlendioxidausstoß aus Lkw-Transporten übermittelt. Diese liegen bei 44,65 g/Tonnenkilometer.<sup>2</sup> Das ergibt einen Kohlendioxidausstoß von insgesamt 1.683,928 kg Kohlendioxid. Verteilt auf die Warenmengen (624,597 Tonnen, 2007) ergibt das **2,7 g/kg Ware**.

**Sonstige Legierungsstoffe:** Das Eisen und der Formsand werden mit verschiedenen Legierungsstoffen vermischt, um die richtigen Eigenschaften zu erzeugen. Ob die Legierungsstoffe Kohlendioxid erzeugen ist unsicher, da entsprechende wissenschaftliche Untersuchungen noch ausstehen. Die von den Transporten verursachten Emissionen können aber berechnet werden. Den größten Teil der Legierungsstoffe beziehen wir vom Werk Hällekis von Kernfest-Webac, was eine Transportstrecke von 167 km bedeutet.

Bei den Legierungsstoffen aus Hällekis handelt es sich um:

Ecosil S20	ca. 93 Tonnen/Jahr
Bentonit	ca. 47 Tonnen/Jahr
Gebrannter Petrolkoks	ca. 10 Tonnen/Jahr
<i>Summe</i>	<i>ca. 150 Tonnen/Jahr (aus Hällekis)</i>

<b>SKEPPSHULT</b>	Dokumentenname /Name of document <b>Berechnung des Kohlendioxids</b>		Seite / Page 3 (5)	Systemdokument/ System document D-14
	(Registerkarte im Unternehmensordner Dokumentation )	Erstellt von / Made by <b>M. Larsson</b>	Gepüft von/ Approved by <b>M. Nattfogel</b>	Datum / Date 15.06.2008 Revidiert 30.09.2008

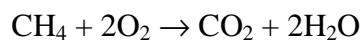
Außerdem kaufen wir ca. 13 Tonnen/Jahr Siliciumcarbid von Carbomax in Västerås (333 km) und ca. 20,7 Tonnen Perlix, ein Schlackenbindemittel, von Giab in Halmstad (60 km).

Die Summe der Transporte von Legierungsstoffen beträgt 30.621 Tonnenkilometer. Mit den Daten von DSV bedeutet dies eine Gesamtmenge von 1.367 Kilo Kohlendioxid. Verteilt auf die Warenmengen (624,597 Tonnen, 2007) ergibt dies **2,2 g/kg Ware**.

## Fabrik

**Der Guss:** Die Gussformen (so gen. Kokillen) in der Gießerei bestehen aus gepresstem Sand, der u.a. mit Ruß (Kohle) vermischt wird. Daher ist anzunehmen, dass die Kohle zum Teil als Gas austritt, wenn das heiße Metall auf den Sand in den Kokillen trifft. Im Herbst 2008 wird der Schwedische Gießereiverband (Gjuteriföreningen) entsprechende Tests durchführen, um festzustellen, welche Mengen an Gasen im Augenblick des Gusses entweichen. Bis die Ergebnisse dieser Tests vorliegen, ist nach Angaben von Peter Nayström (Schwedischer Gießereiverband, Abteilung für Umwelt und Umwelttechnik) grob davon auszugehen, dass 30 % des Rußes aus flüchtigen Bestandteilen bestehen. Man nimmt außerdem an, dass alle flüchtigen Bestandteile im Augenblick des Gusses als Methan entweichen.

Ein Teil des Methans verbrennt beim Guss. Wir nehmen an, dass die Hälfte des Methans vor Erstarren des Blocks verbrennt. Die Verbrennung des Methans folgt der Reaktion

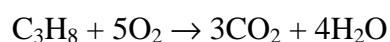


D.h. 1 Mol Methan bildet 1 Mol Kohlendioxid. Die Molmasse von Kohlendioxid ist jedoch um 2,7 Mal größer, d.h. 1 g verbranntes Methan ergibt 2,7 g Kohlendioxid.

2007 kaufte die Gießerei 93 Tonnen Ecosil S20. Ecosil S20 besteht aus 80 % Ruß → 74,4 Tonnen Ruß → 22,32 Tonnen flüchtige Bestandteile. 2007 erzeugten wir 624,597 Tonnen Waren (Haushaltswaren, Lego und Baustoffe). Das ergibt 35,735 g (22,32/624,597) Methan pro Kilo Ware. Verbrennt die Hälfte und entweicht die andere Hälfte als Methan, ergibt das 17,87 g Methan und 48,24 g Kohlendioxid. Methan hat ein Kohlendioxidäquivalent von 21, d.h. der Ausstoß von 1 g Methan entspricht einem Ausstoß von 21 g Kohlendioxid. Der Gesamtausstoß von Kohlendioxidäquivalenten beim Guss beträgt damit

$$17,87 * 21 + 48,24 = \mathbf{423,46 \text{ g/kg Ware}}$$

**Pfannenvorheizung:** Vor dem ersten Guss wird die Pfanne vorgeheizt, um das Eisen nicht zu stark abzukühlen. Das wird mit einem Gasbrenner vorgenommen, der auf die Pfanne gerichtet wird. Das Gas besteht aus 95 % Propan, weshalb die Berechnung für Propan (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) vorgenommen wurde. Wenn wir eine vollständige Verbrennung annehmen, geschieht die Reaktion folgendermaßen:



D.h. 1 Mol Propan bildet 3 Mol Kohlendioxid. Da Propan und Kohlendioxid dieselbe molare Masse haben, kann man sagen, dass 1 Gramm Gas bei Verbrennung 3 Gramm Kohlendioxid

<b>SKEPPSHULT</b>	Dokumentenname /Name of document <b>Berechnung des Kohlendioxids</b>		Seite / Page 4 (5)	Systemdokument/ System document D-14
	(Registerkarte im Unternehmensordner Dokumentation )	Erstellt von / Made by <b>M. Larsson</b>	Gepüft von/ Approved by <b>M. Nattfogel</b>	Datum / Date 15.06.2008 Revidiert 30.09.2008

ergeben. 2007 wurden 800 kg Gas verwendet, was also 2.400 kg Kohlendioxid ergeben. Berechnet pro Kilo Ware (624,597 Tonnen) ergibt das **3,84 g/kg**.

**Stromverbrauch in der Fabrik:** Der gesamte in der Gießerei verbrauchte Strom stammt aus Windenergie mit Herkunftskennzeichnung. Daher trägt der Stromverbrauch nicht zum Treibhauseffekt bei. **0 g/kg**.

**Maschinen:** Alle Maschinen werden mit Strom oder Druckluft betrieben. Die Kompressoren werden mit Strom betrieben, so dass die druckluftbetriebenen Maschinen indirekt mit Strom betrieben werden. Für die Kohlendioxidemissionen siehe unter Stromverbrauch (oben).

**Büros:** Die Büros tragen nicht zum Treibhauseffekt bei, da auch dort der Strom aus Windenergie stammt, die keinerlei Treibhausgase erzeugt.

**Fabrikverkauf:** Der Fabrikverkauf trägt nicht zum Treibhauseffekt bei, da auch dort der Strom aus Windenergie stammt, die keinerlei Treibhausgase erzeugt.

**Abfälle:** Die Abfälle werden nach drei Hauptgruppen getrennt, Verbrennungsmüll, Holzabfälle, Restmüll, Metall, Papier und Karton/Wellpappe. Verbrennungsmüll besteht zumeist aus Verpackungen und anderem Verbrennungsmüll. Holzabfälle stammen zumeist aus Einwegpaletten und defekten Paletten. Sonstige Abfälle fallen unter Restmüll. Bei den Abfällen besteht das Problem, dass sich die Müllcontainer nicht in einem abgeschlossenen Raum befinden, was dazu führt, dass auch Abfälle von unseren Nachbarn in unseren Containern landen. Daher muss ein Teil der Abfälle von Verbrennungsmüll zu Restmüll umklassifiziert werden, obwohl alle Abfälle aus der Gießerei Verbrennungsmüll sind. Die Gießerei wird versuchen, die Container in einen abgeschlossenen Raum zu sperren, um die Müllmengen zu verringern und die Trennung zu verbessern. Auf diese Weise könnte sich die Müllmenge schätzungsweise um ca. 50 % verringern.

2007 wurde insgesamt 21 Mal der Abfall aus der Gießerei von Müllwagen entsorgt. Jede Entsorgungsfahrt umfasst eine Transportstrecke von 31,2 km. Auf der Grundlage dieser Daten und bei einem geschätzten Gewicht von 15 Tonnen pro Entsorgungsvorgang ergibt dies einen Kohlendioxidausstoß von  $(21 * 31,2 * 15 * 44,65)$  438,82 kg. Verteilt auf die Waren (624,597 Tonnen) ergibt dies **0,70 g/kg**.

## Nach der Fabrik

**Auslieferungen aus der Fabrik:** Unser Frachtunternehmen DSV hat uns einen Bericht über die Transporte im Jahr 2007 vorgelegt. Die meisten Auslieferungen unserer Haushaltswaren erfolgen über DSV. Uns liegen ausschließlich Daten von DSV vor, doch wir nehmen an, dass die Daten von DSV repräsentativ für die anderen Unternehmen sind. DSV transportierte 85,6 Tonnen Haushaltswaren. Diese Transporte erzeugten 2.555,53 kg (von Lkws) + 444,93 kg (von Fähren) = 3.000,46 kg CO<sub>2</sub>. Dies ergibt einen durchschnittlichen Ausstoß von  $(3\ 000,46 / 85600)$  **35 g/kg**.

## Zusammenfassung

Der Gesamtausstoß an Kohlendioxidäquivalenten ergibt  $2.000 + 2,7 + 2,2 + 423,46 + 3,84 + 0,70 + 35 =$  **2 468 g/kg** Ware. Dies gilt für den gesamten Prozess von den Rohstoffen in der

<b>SKEPPSHULT</b>	Dokumentenname /Name of document <b>Berechnung des Kohlendioxids</b>		Seite / Page 5 (5)	Systemdokument/ System document D-14
	(Registerkarte im Unternehmensordner Dokumentation )	Erstellt von / Made by <b>M. Larsson</b>	Gepüft von/ Approved by <b>M. Nattfogel</b>	Datum / Date 15.06.2008 Revidiert 30.09.2008

Fabrik bis zum fertigen Produkt im Geschäft. Unsere verbreitetste Bratpfanne (28 cm) wiegt 2,7 kg, was 6,663 kg Kohlendioxidäquivalente ergibt.

Wie sicher sind diese Zahlen? Nicht völlig sicher, doch sie geben einen brauchbaren Anhaltspunkt. Bestimmte kleinere Faktoren sind völlig weggelassen worden, andere sind unsicher, wiederum andere unbekannt, da auf den entsprechenden Feldern noch Untersuchungen ausstehen.

Was sagen die Zahlen aus? Sind 6,7 kg viel? In die Berechnung einbezogen werden muss auch die Lebensdauer der Produkte. Skeppshult gibt 25 Jahre Garantie auf das Gusseisen. Daher muss der Ausstoß über einen Zeitraum von 25 Jahren gesehen werden.

Ein Beispiel: Nach Angaben des Schwedischen Amtes für Umweltschutz (Naturvårdsverket) erzeugt jeder Bürger Schwedens pro Jahr 7,2 Tonnen Kohlendioxidäquivalente.<sup>3</sup> Unsere Gusseisenprodukte haben 25 Jahre Garantie für das Gusseisen. Eine Bratpfanne von Skeppshult steht somit für  $(6,7/25)/7200$  0,0037 % der jährlichen Emissionen eines schwedischen Bürgers.

Ein weiteres Beispiel: Ein durchschnittliches Auto (Neuwagen –07) erzeugt 181 g Kohlendioxidäquivalente pro Kilometer. Die Fahrstrecke, die einer Bratpfanne von Skeppshult entspricht, beträgt somit  $6,7 / 0,181 = 37$  km, was  $(37/25)$  1,5 km pro Jahr entspricht. Mit anderen Worten: Fahren Sie 1,5 km pro Jahr mit dem Fahrrad anstatt mit dem Auto, und Sie haben die Kohlendioxidlast für Ihre Bratpfanne ausgeglichen.

Skeppshults Gjuteri AB

Mattias Larsson  
Entwicklungsleiter & Umwelteleiter

<sup>1</sup> Von der Website von LKAB, <http://www.lkab.com/?openform&id=30E2>, Geschäftsbericht 2006, S. 39 ff.

<sup>2</sup> Zahlen aus dem Bericht von DSV über unsere Transporte im Jahr 2007.

<sup>3</sup> Von der Website des Schwedischen Amtes für Umweltschutz (Naturvårdsverket):  
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Utslappsstatistik-och-klimatdata/Utslapp-av-vaxthusgaser-per-person-i-Sverige/>