

Internationale 8. ASA Abfalltage 2010

# **Energieeffizienz von Kombinationsverfahren mit MBA und deren Beitrag zum Klimaschutz**

Ein Modell zur Ermittlung des erreichten Status quo in den MBA

Studie im Auftrag der ASA mit fachlicher Unterstützung von  
Prof. Beckmann, TU Dresden und Prof. Scholz, TU Clausthal

**Dr.-Ing. Ketel Ketelsen**  
**iba GmbH**

## Auswahl von Studien zum aktuellen Thema (Auszug)

- Beitrag der Abfallwirtschaft zum Klimaschutz und mögliche Potenziale (Öko-Institut, IFEU, 2005)
- Klimarelevanz und Energieeffizienz der Abfallwirtschaft in Sachsen (BIWA/BZL/TU Freiberg, 2009)
- Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft (IFEU/Öko-Institut i. A. UBA, BMU, BDE, 2010)
- Recycling stoppt Treibhausgase ( Pressemitteilung BDE, 2010)

## Welche Fragen sollen beantwortet werden?

- Wie hoch ist die Netto-Energieausbeute pro Mg Abfall?
- Wie hoch ist die erzielte „Netto-Klimagutschrift“?
- Welche Auswirkungen sind mit dem erzielten Nutzen verbunden?  
Hier am Beispiel der Wirkungskategorie Treibhauspotenzial
- Welchen Einfluss hat der Betrieb der MBA auf das Gesamtergebnis?  
(Stoffstromteilung, Energieverbrauch, Emissionen, saurer Wäscher)
- Welche Auswirkungen haben aktuelle Entwicklungstendenzen?  
(**Wertstofftonne**, stoffliche Verwertung, Vergärung)

## Energieeffizienz: Methode nach VDI 3460, Blatt 2

Definition: Effizienz ist das Verhältnis von Nutzen zu Aufwand

### 1) **Netto-Primärwirkungsgrad**

als erzielter Netto-Nutzen aus dem Energiegehalt des behandelten Abfalls

$$\eta_{\text{gesamt}} = \eta_{\text{el}} + \eta_{\text{th}} = \frac{E_{\text{el}} + E_{\text{th}}}{E_{\text{Abfall}}}$$

### 2) „**Klimagutschrift**“

aus eingesparten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Äquivalenzsystem über Last- und Gutschriften für Betrieb, Emissionen, Energie, stoffliche Verwertung

### 3) Abgrenzung zur R1-Formel nach ARRL

$$\text{Effektive Energieeffizienz} = \eta_{\text{Gesamt}} < \text{R1-Faktor}$$

Direkte Anwendbarkeit des R1-Kriteriums auf MBA ist nicht gegeben

## „Energieeffizienz“ nach EG-ARRL zur Abgrenzung zwischen Verwertung und Beseitigung

$$R1 = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0,97 \times (E_w + E_f)} > 0,65 \text{ (0,60) } ^{1)}$$

$E_p$ : jährlich als Wärme oder Strom **erzeugte** Energie (**inkl. Eigenbedarf Strom**)

$$E_p = 2,6 \times E_{el} + 1,1 \times E_{th} + 1,0 \times E_{Dampf}$$

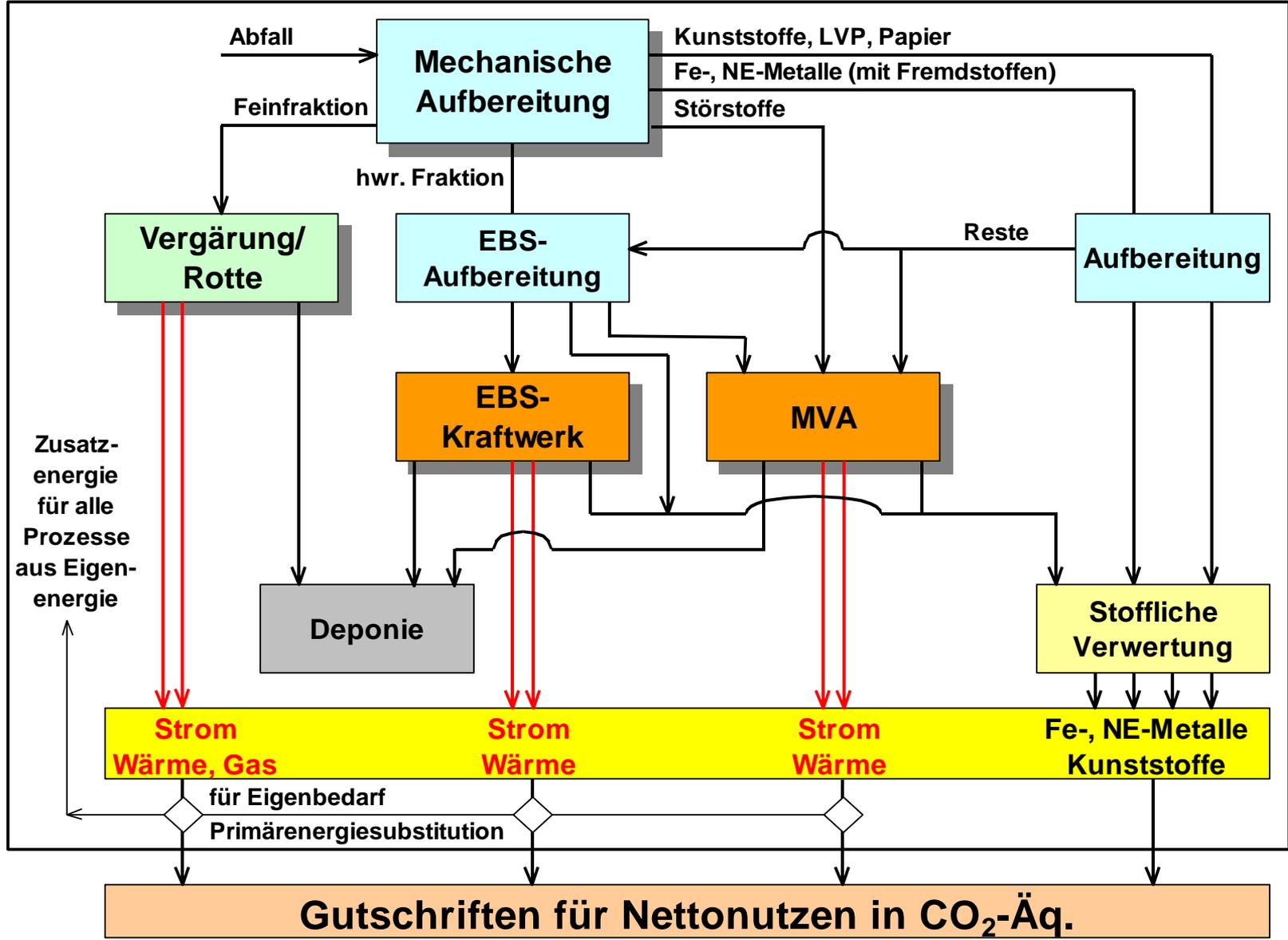
$E_f$ : jährlicher Input von Energie in das System aus Brennstoffen, die zur Erzeugung von Dampf eingesetzt werden

$E_w$ : jährliche Energiemenge, die im behandeltem Abfall enthalten ist, berechnet anhand des unteren Heizwertes des Abfalls

$E_i$ : jährliche importierte Energiemenge ohne  $E_w$  und  $E_f$

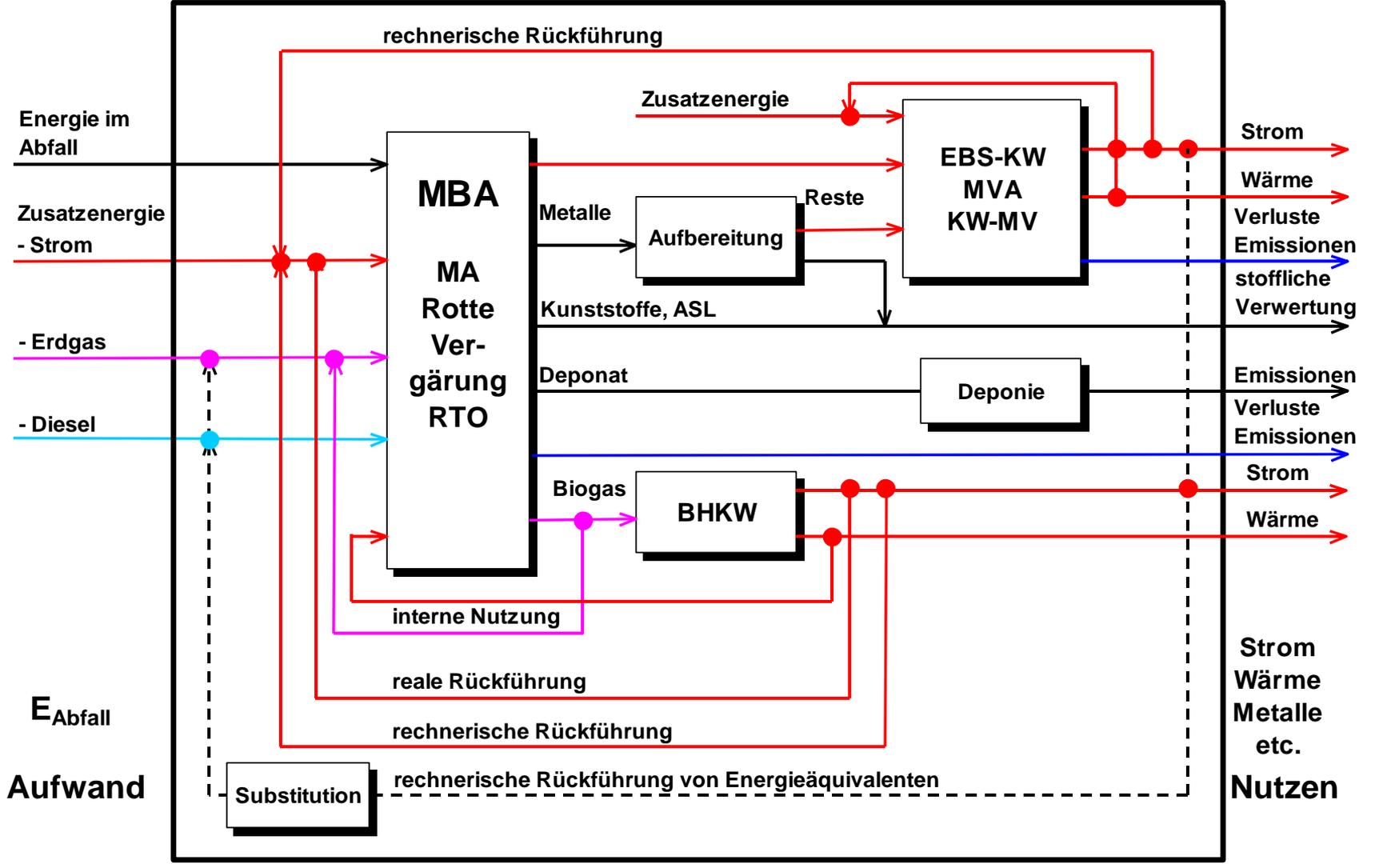
<sup>1)</sup> abhängig vom Zeitpunkt der Genehmigung

# Bilanzrahmen des Kombinationsverfahrens mit MBA



# Bilanzrahmen für Kombinationsverfahren nach VDI 3460/2

Bilanzkreis U Netto-Primär-Zielenergie



# Emissionsfaktoren zur Berechnung der eingesparten CO<sub>2</sub>-Emissionen

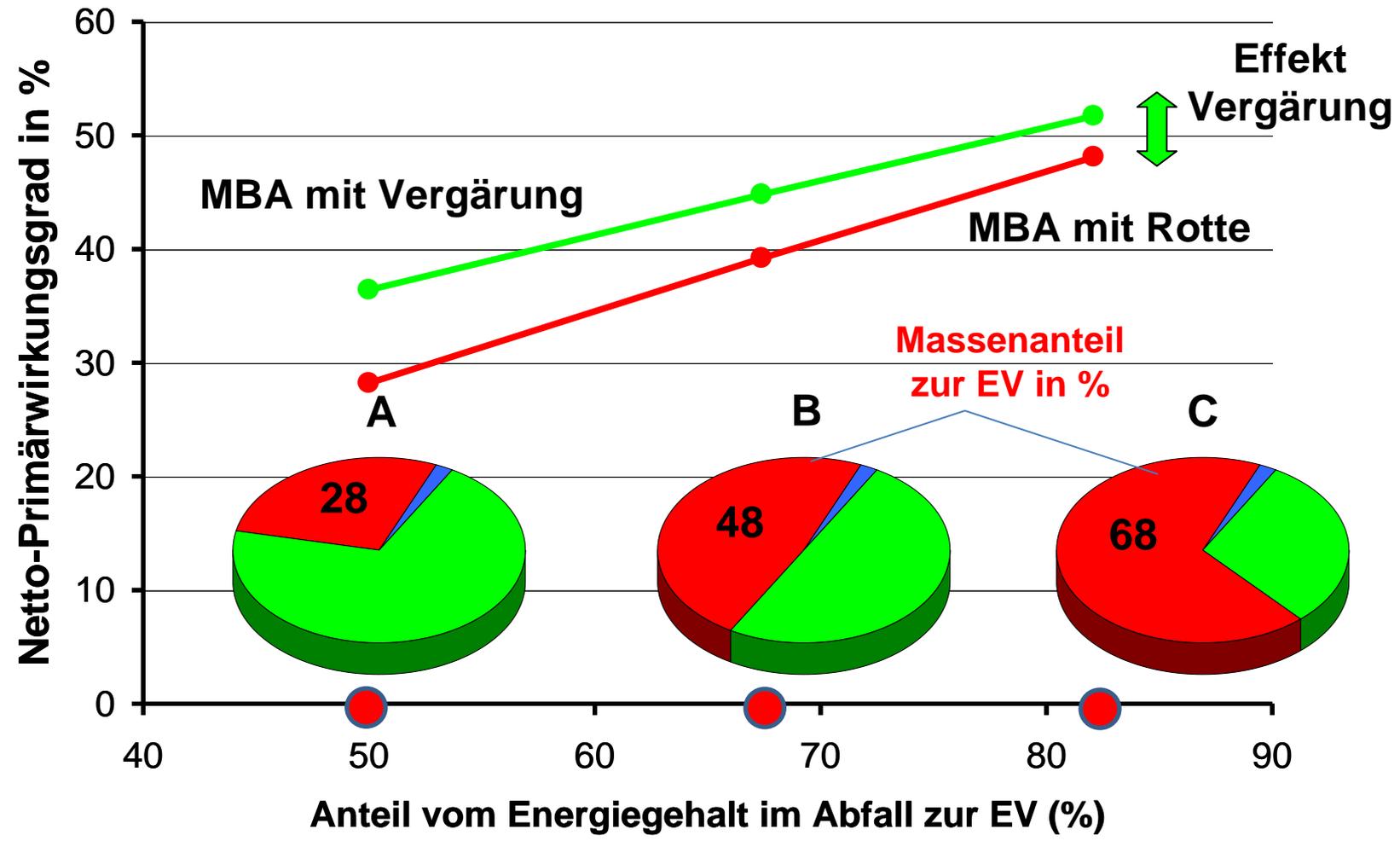
aus IFEU/Öko Institut, 2010, BIWA et al., 2009

Belastung (+)	kg CO <sub>2</sub> -Äq./kg	Entlastung (-)	kg CO <sub>2</sub> -Äq./Mg
CO <sub>2</sub> -fossil	1	Fe	-1.927
CH <sub>4</sub> -fossil	27,75	NE	-12.888
CH <sub>4</sub> -nicht fossil	25	Kunststoffe	-2.500
N <sub>2</sub> O	298	ASL (N)	-5.660
C-Senke (fossil)	-		<b>kg CO<sub>2</sub>/kWh</b>
		Strom	-0,887
		Wärme	-0,334
		Dampf	-0,303

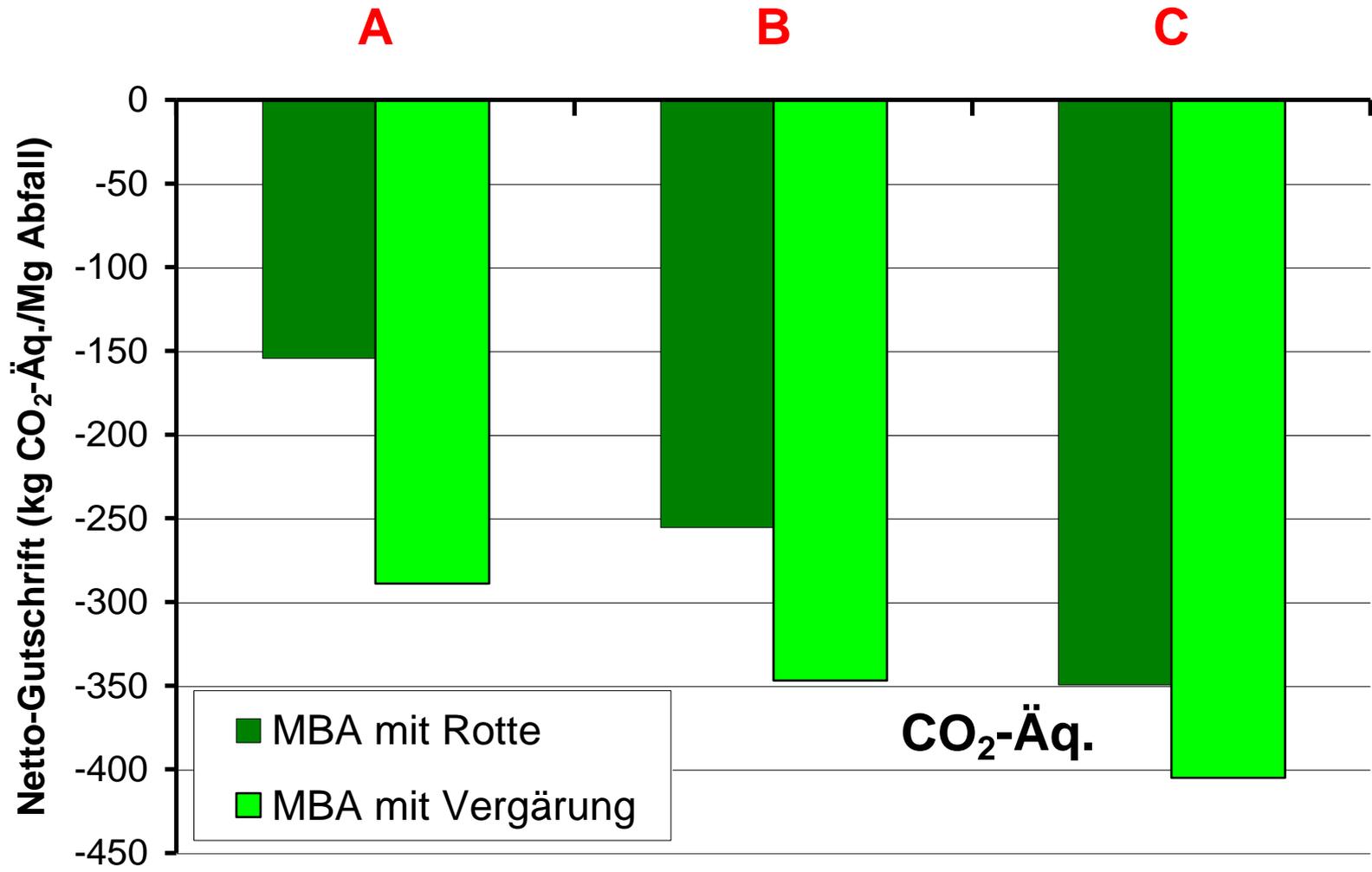
## Einflussfaktoren auf Energieeffizienz und **CO<sub>2</sub>-Gutschrift**

- Qualität des Abfallinputs (Zusammensetzung, Heizwert)
- Stoffstromteilung in der MBA
- Art der biologischen Behandlung (Rotte, **Vergärung**)
- Verbrauchsdaten MBA (Strom, Gas, Diesel)
- Emissionsdaten MBA (TOC, CH<sub>4</sub>, **N<sub>2</sub>O**)
- Emissionen aus der Ablagerung (CH<sub>4</sub>)
- Abtrennung von **Fe- und NE-Metallen**
- Auslese von Papier, **Kunststoffen** zur stofflichen Verwertung
- Heizwert und **biogener Anteil** im EBS
- Effizienz der **energetischen Verwertung** der EBS

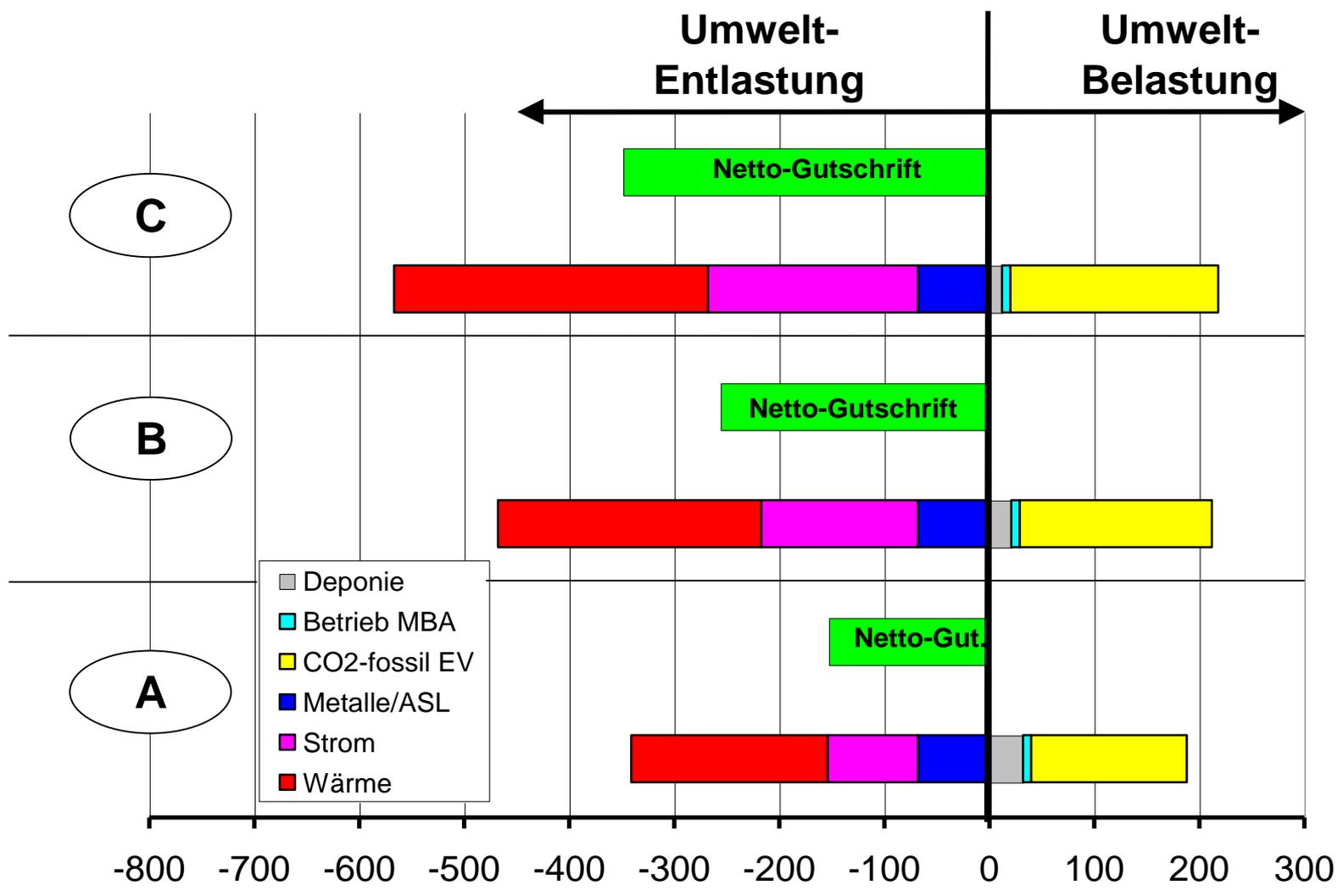
# Einfluss der **Stoffstromteilung** in der MBA auf die **Energieeffizienz des Gesamtverfahrens**



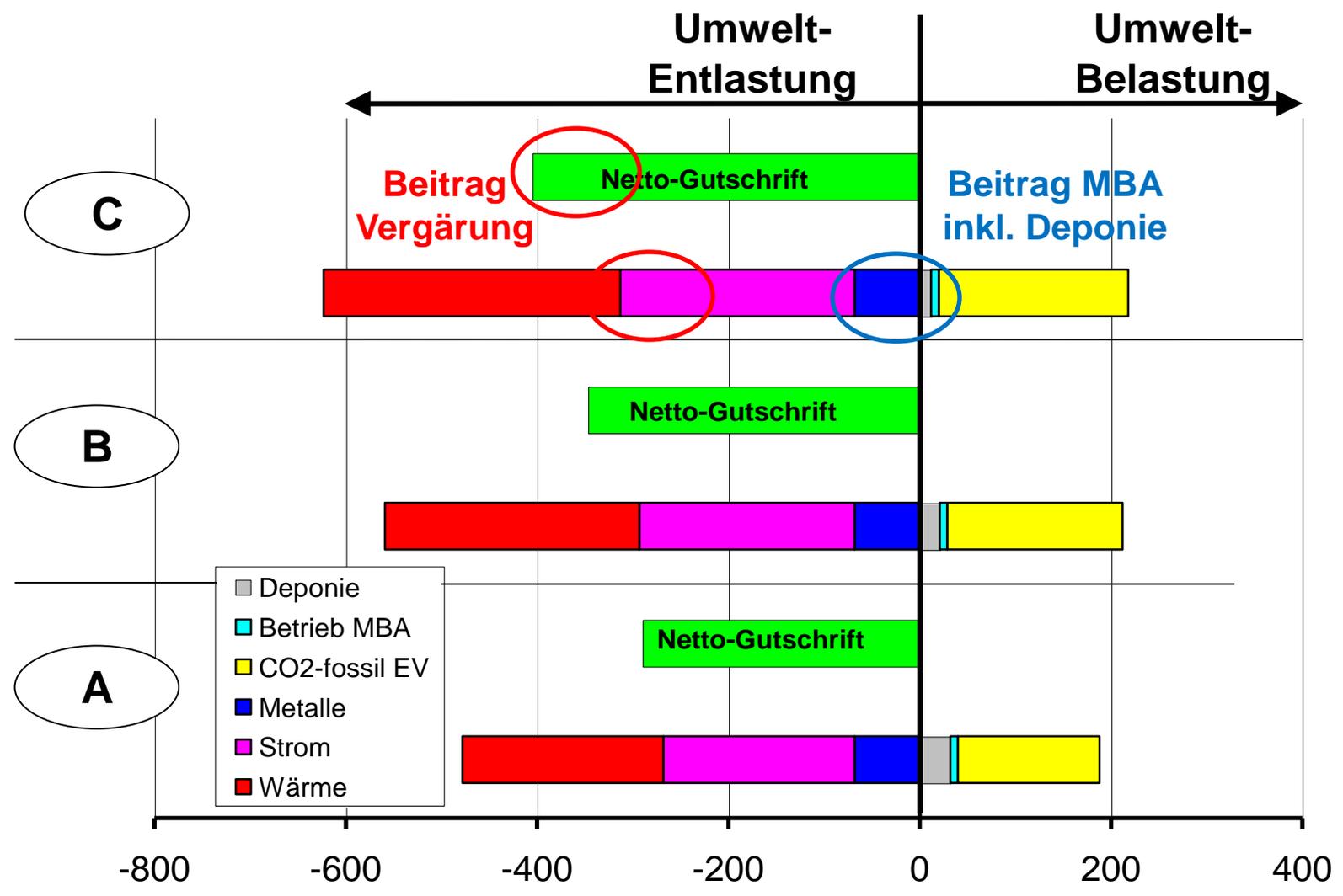
# Einfluss der **Stoffstromteilung** in der MBA auf die **CO<sub>2</sub>-Einsparung** des Gesamtverfahrens



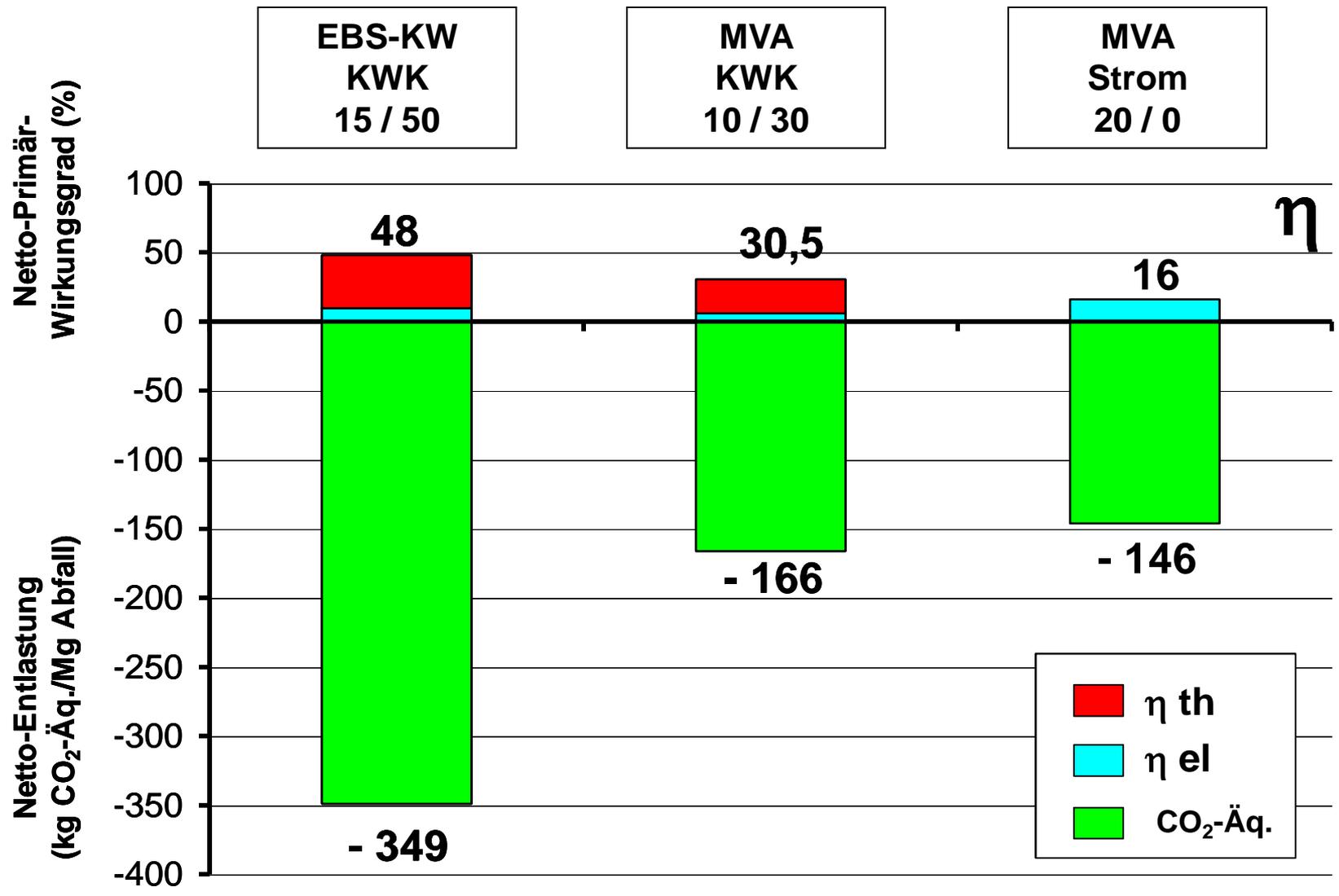
# Beiträge zur Netto **CO<sub>2</sub>-Gutschrift** bei MBA **mit Rotte** und unterschiedlicher Stoffstromteilung A, B, C in kg CO<sub>2</sub>-Äq./Mg



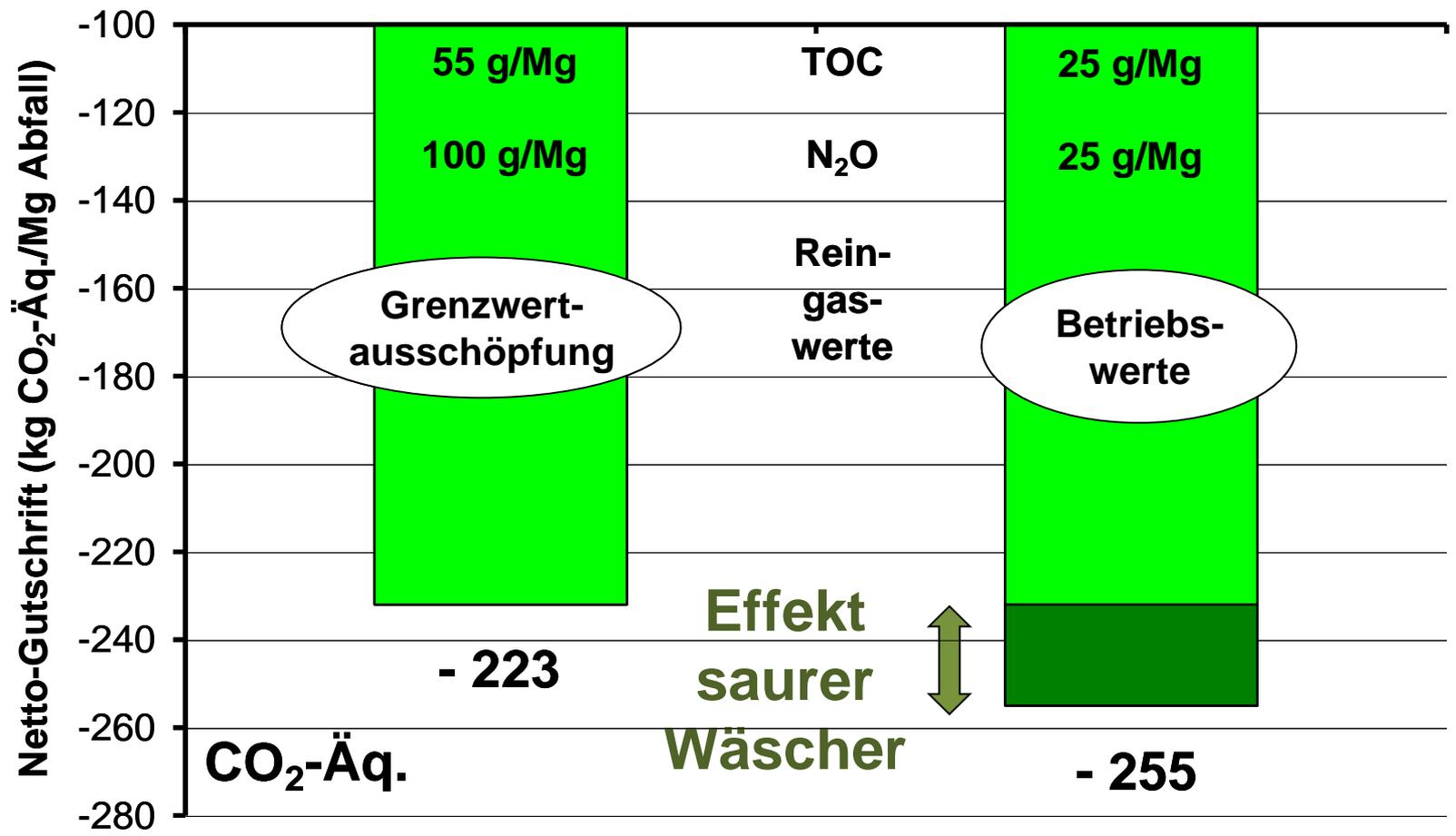
# Netto CO<sub>2</sub>-Gutschrift bei MBA mit Vergärung und unterschiedlicher Stoffstromteilung A, B, C



# Einfluss der Effizienz bei der EBS-Verwertung auf das Gesamtergebnis einer MBA



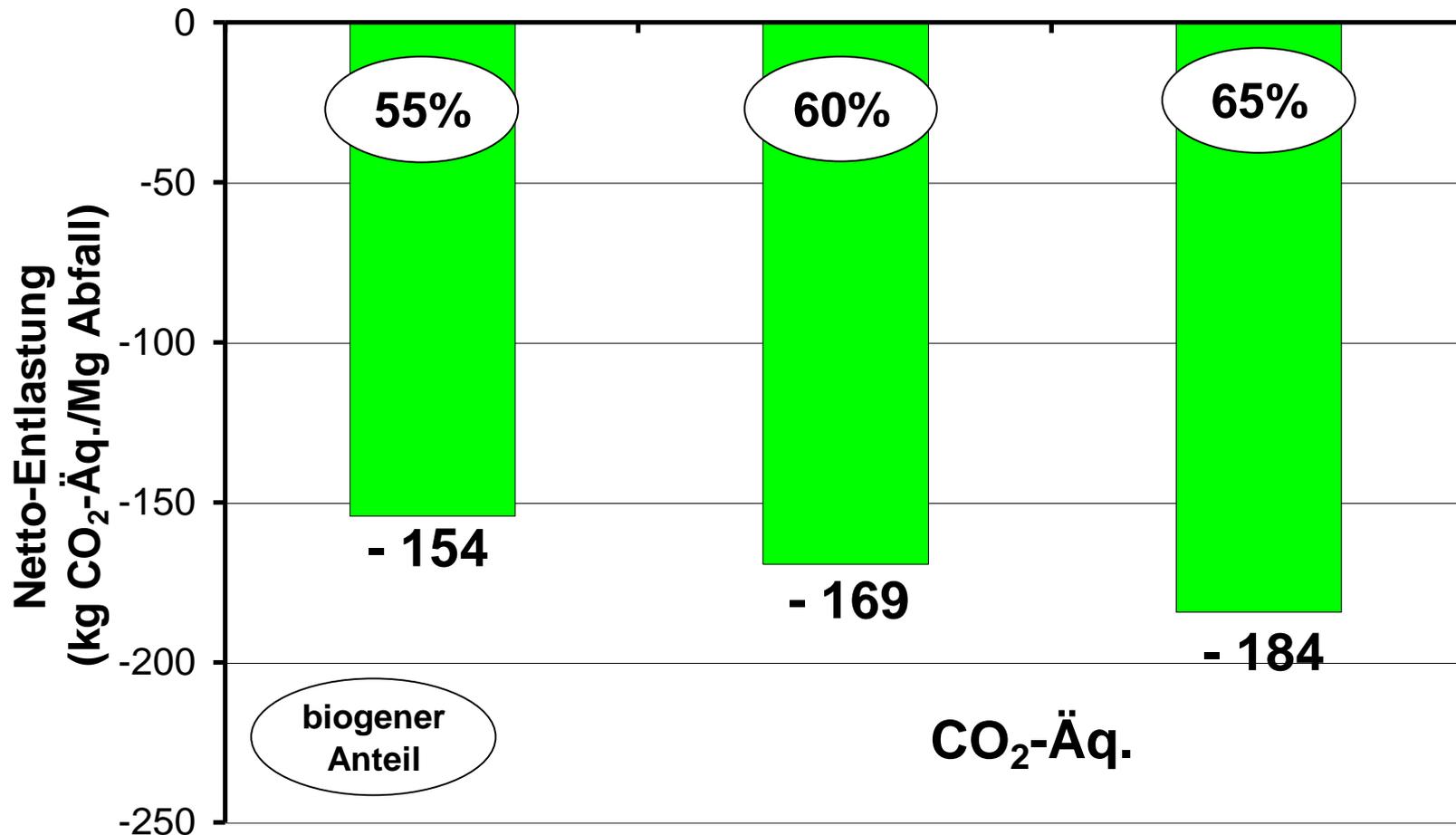
# Einfluss der Emissionen der MBA auf die Höhe der **CO<sub>2</sub>-Gutschrift** des Gesamtverfahrens



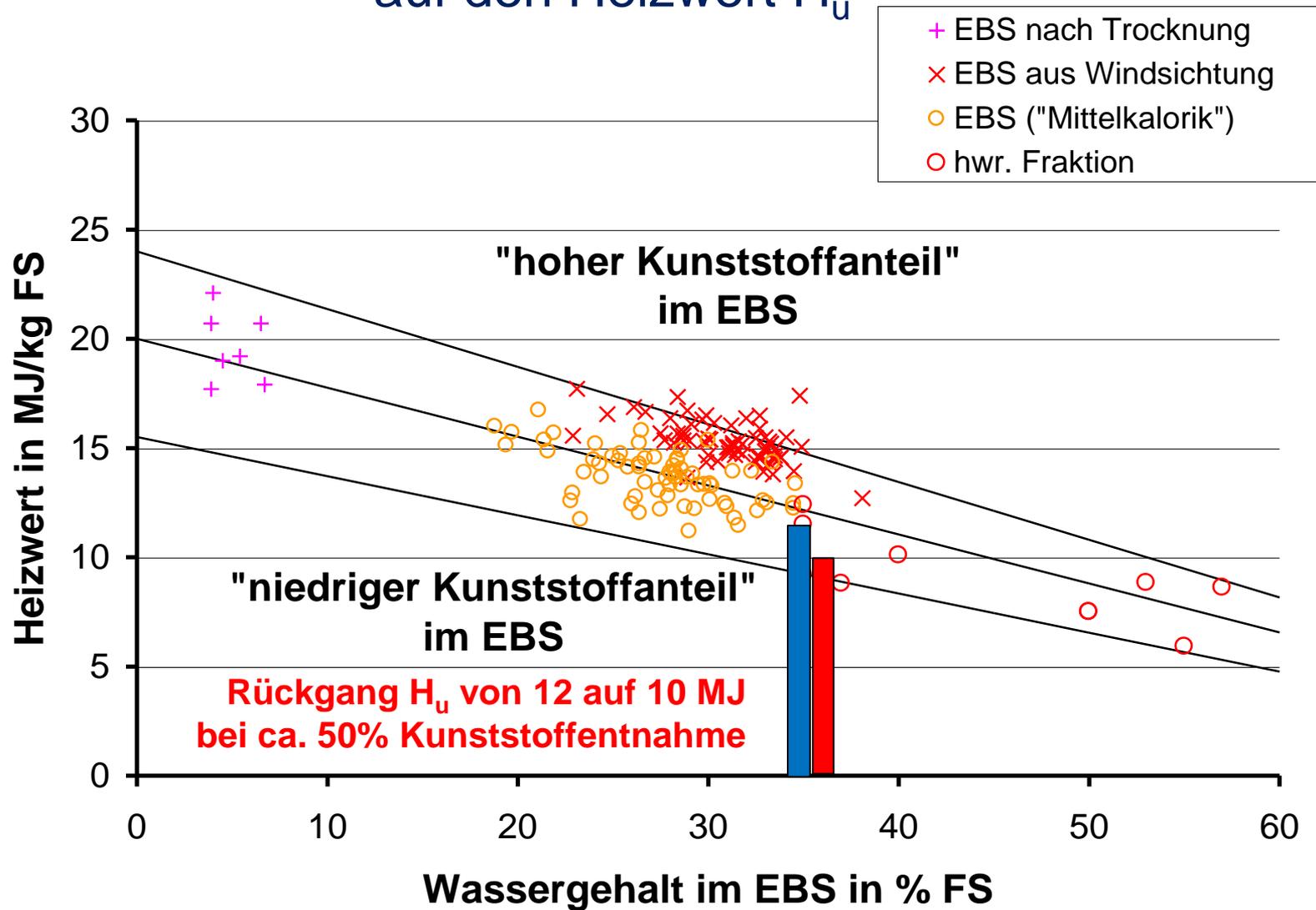
## Abhängigkeit zwischen EBS-Ausbeute, $H_u$ und biogenen Anteil im EBS

Stoffstromteilung	A	B	C
Ausbeute EBS	niedrig	mittel	hoch
$H_u$ im EBS	hoch	mittel	niedrig
Biogener Anteil	niedrig	mittel	hoch
Fossiler Anteil	hoch	mittel	niedrig

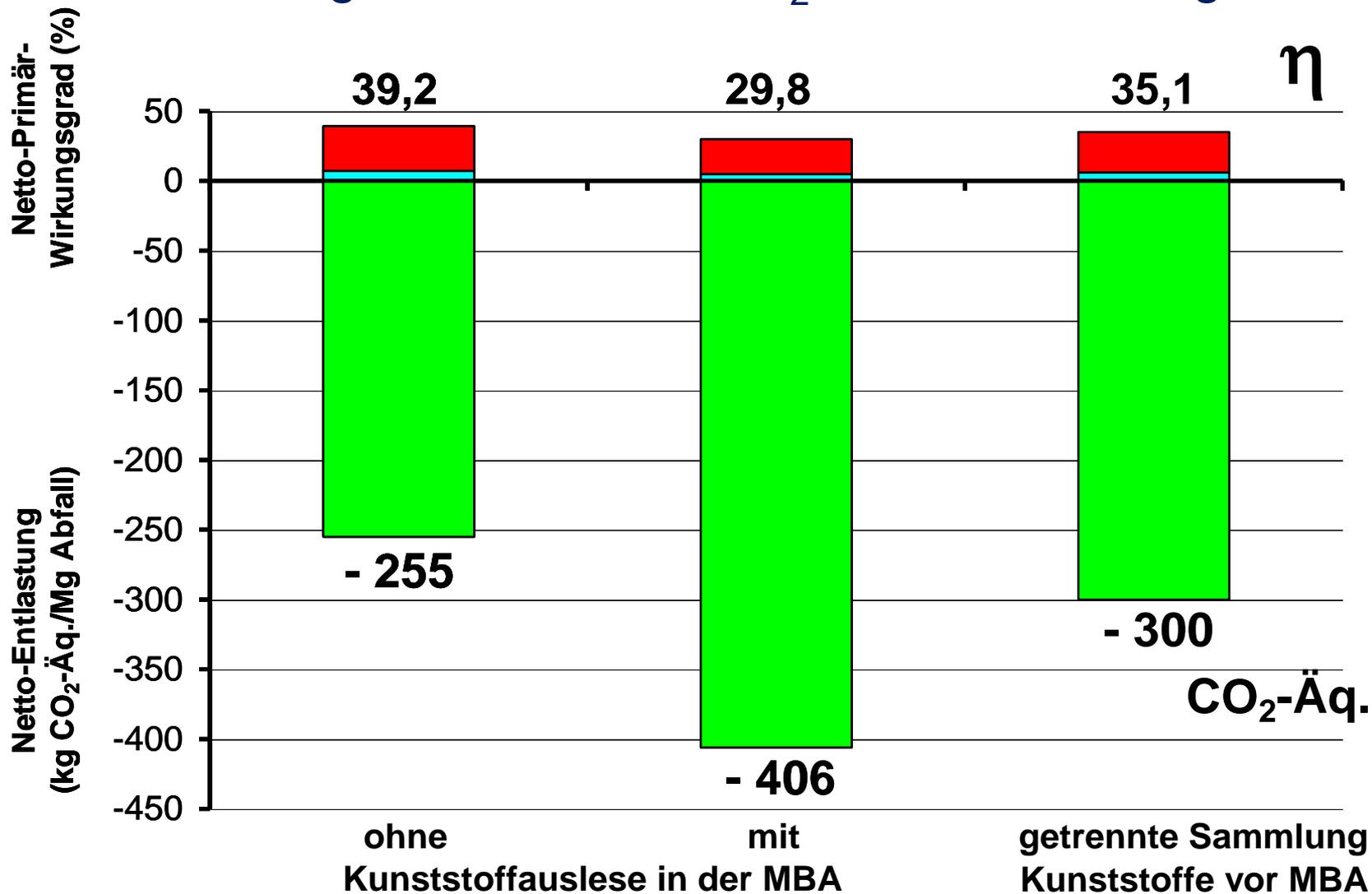
# Einfluss des biogenen Anteils im EBS auf die Höhe der CO<sub>2</sub>-Netto-Entlastung beim Gesamtverfahren (Bsp. Variante A)



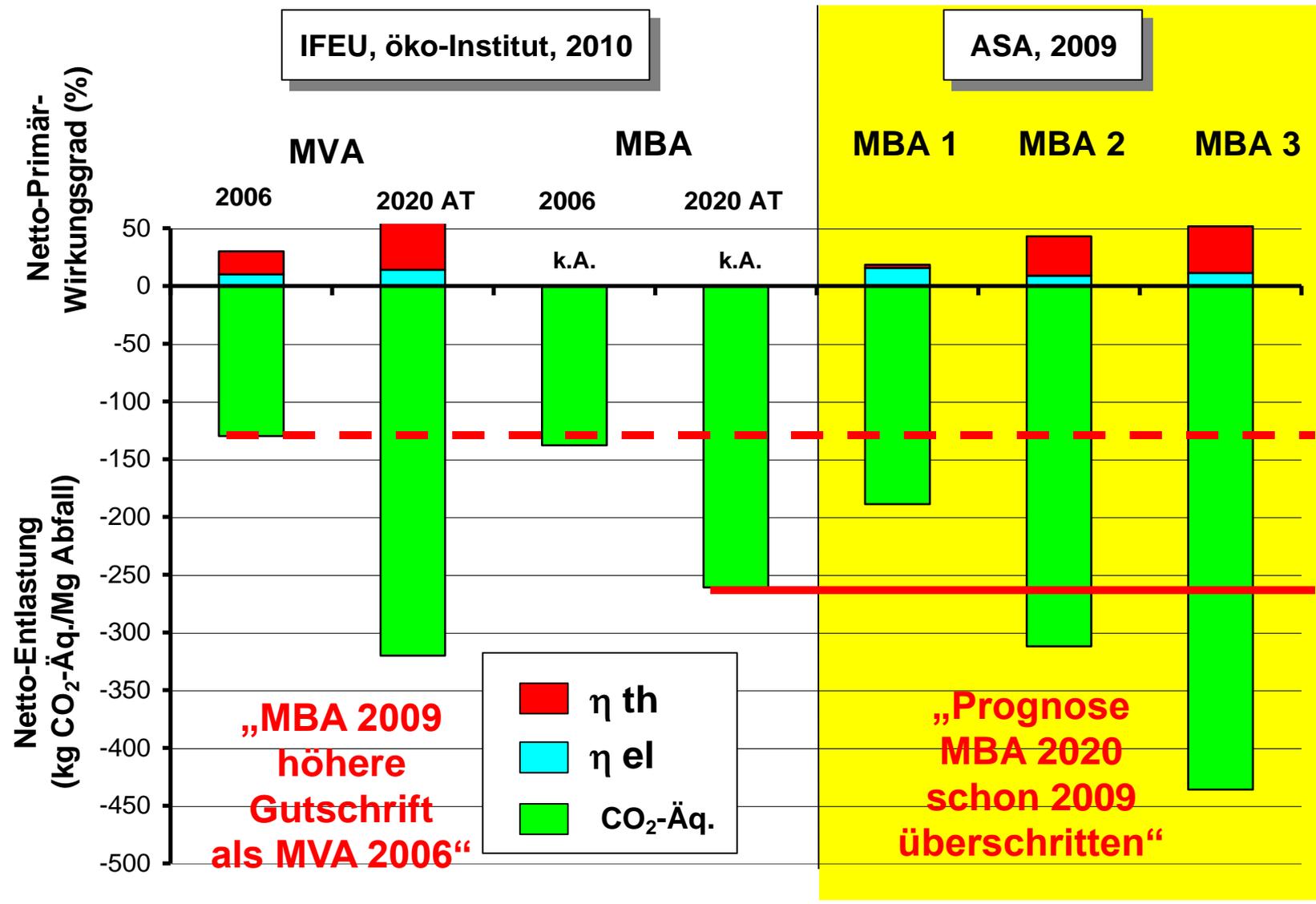
# Einfluss von Wassergehalt und Kunststoffanteil im EBS auf den Heizwert $H_u$



# Einfluss der stofflichen Verwertung von Altkunststoffen auf die Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Netto-Entlastung MBA



# Vergleich aktuelle Praxiswerte MBA mit Literaturwerten



## Ziele des ASA-Projektes **Energieeffizienz**

Jede MBA soll am Jahresende ihre Klimabilanz veröffentlichen können:

- wieviel Energie aus dem behandelten Abfall netto gewonnen wurde in Mio kWh
- wieviel klimawirksame Emissionen vermieden wurden in Mg CO<sub>2</sub>-Äq
- wieviel fossile Ressourcen eingespart wurden

Die ASA kann mit den Werten im Rahmen abfallpolitischer Entscheidungsprozesse öffentlichkeitswirksam **agieren**, statt auf Studien **reagieren** zu müssen.

## Zwischen-Fazit / Ausblick

- Energieeffizienz, Ressourcen- und Klimaschutz sind zentrale Kriterien zur Bewertung aller abfallwirtschaftlichen Maßnahmen
- die aktuellen Praxiswerte von MBA sind deutlich besser als in vielen Studien angenommen
- der anlagenbezogene Netto-Primärwirkungsgrad ist ein geeignetes Instrument zur Berechnung des mit der MBA erzielten Netto-Nutzens (Energiegewinn + Klimagutschrift)
- Voraussetzung ist eine aussagekräftige Stoff- und Energiebilanz
- Ableitung von Optimierungsansätzen und –potenzialen möglich
- Direkter Vergleich mit anderen Anlagen und Verfahren möglich

## Zwischen-Fazit / Ausblick

- Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz ist als Teil einer Ökobilanz nutzbar
- Folgen aktueller abfallwirtschaftlicher Tendenzen (Vergärung, Wertstofftonne) auf das Ergebnis der MBA sind schon im Vorfeld bilanzierbar
- Energieeffizienz und CO<sub>2</sub> -Gutschrift können als zentrale Kennwerte eines Benchmarking genutzt werden
- Grundlage für den Einstieg in den Emissionshandel mit CO<sub>2</sub>-Zertifikaten
- Entscheidungsgrundlage für die strategische Ausrichtung und Entwicklung der MBA
- Argumentationshilfe bei politischen Entscheidungsprozessen