

Beispiel Zange: SDG, ESRS und Wirkungssteuer

Beispielrechnung - Kombizange (200 mm) SDG/ESRS Herleitung

Dieses Dokument zeigt eine vollständig nachvollziehbare Beispielrechnung für eine klassische Kombizange (200 mm). Die Herleitung erfolgt vom SDG-Bezug über ESRS/CSRD-Pflichten bis zu jedem Rechenschritt (Material, Energie, Transport, Beschichtung).

1) Produkt, Systemgrenzen, SDG-/ESRS-Bezug

Beispielprodukt: klassische Kombizange 200 mm mit Stahlkörper, Komfortgriffen und dekorativer Vernickelung/Verchromung (Variante A) oder alternativ mit Zinkbeschichtung (Variante B). Marktübliche Massen: ca. 0,32-0,35 kg; im Beispiel wird mit 0,35 kg gerechnet.

Systemgrenze: Cradle-to-Gate (Materialgewinnung und Herstellung, Fertigungsenergie, Oberflächenbehandlung, Transport bis Werkstor).

SDG/ESRS-Anker:

- SDG 13 Klimaschutz → ESRS E1 (Treibhausgase, Methodik/Intensitäten).[1]
- SDG 12 Verantwortungsvolle Produktion → ESRS E5 (Ressourcennutzung, Zirkularität).[2]
- SDG 12 / SDG 3 (Chemikalien/Emissionen) → ESRS E2 (Verschmutzung, z. B. Galvanik).[3]

2) Rechenlogik (ohne Formeln in Spezialnotation)

Gesamtergebnis (kg CO₂e pro Zange) = Material + Fertigungsenergie + Transport + Beschichtung (Weg A oder Weg B).

2.1 Material: Stahlkörper

Annahme: 0,35 kg Kohlenstoffstahl. Emissionsfaktor: 1,91 kg CO₂e/kg als globaler Durchschnitt laut worldsteel (ohne werksspezifische EPD).[4]

Rechnung: $0,35 \text{ kg} \times 1,91 \text{ kg CO}_2\text{e/kg} = 0,668 \text{ kg CO}_2\text{e}$.

Begründung: worldsteel veröffentlicht seit Jahren Durchschnittswerte ~1,85-1,9 t CO₂/t Rohstahl; alternativ liegen ICE-Werte für gängige Stahlprodukte im ähnlichen/konservativen Bereich.[5]

2.2 Fertigung: Strom/Wärme (Schmieden/Anlassen/Finish)

Annahme Energiebedarf: ca. 0,20 kWh pro Zange (entspricht ~450 kWh/t für Elektro-Billetteizer zzgl. kleiner Peripherieaufschläge).[6]

Emissionsfaktor Strom (DE 2023): 0,380 kg CO₂/kWh (UBA).[7]

Rechnung: 0,20 kWh × 0,380 kg CO₂/kWh = 0,076 kg CO₂e.

2.3 Transport: Lkw (t-km-Ansatz)

Annahme: 0,40 t-km (z. B. 0,35 kg × 1 143 km). Emissionsfaktor: 0,10 kg CO₂e pro t-km nach DEFRA 2024 (Richtwert; exakte HGV-Klasse/Beladung im DEFRA-Excel auswählbar).[8]

Rechnung: 0,40 t-km × 0,10 kg CO₂e/t-km = 0,040 kg CO₂e.

2.4 Beschichtung - zwei Wege (A = Ni/Cr dekorativ, B = Zink)

Geometrie-Annahme für beide Wege: metallische Oberfläche 0,030 m²; Dichten: Ni 8 900 kg/m³, Cr 7 190 kg/m³, Zn 7 140 kg/m³. Stromfaktor wie oben (DE 2023: 0,380 kg CO₂/kWh).

Weg A: Vernickelung/Verchromung (dekorativ)

Typische Schichtdicken: Nickel 10 µm, Chrom 0,3 µm (dekorativ).[9]

Metallmassen (aus Fläche × Dicke × Dichte):

- Nickel: 0,030 m² × 10 µm × 8 900 kg/m³ = 0,00267 kg (2,67 g).
- Chrom: 0,030 m² × 0,3 µm × 7 190 kg/m³ = 0,0000647 kg (0,065 g).

Vorprodukt-Emissionen: Nickel ca. 13 kg CO₂e/kg (Nickel Institute LCI).[10]

- Nickel: 0,00267 kg × 13 kg CO₂e/kg = 0,0347 kg CO₂e.

Chrom-Metall: aufgrund der sehr kleinen Masse im Zehntel-Gramm-Bereich klimatisch vernachlässigbar; optional ~0,001 kg CO₂e.

Strombedarf der Abscheidung (Faraday-Herleitung, typische Effizienzen/Spannungen): Nickel ~0,010 kWh/Zange; Chrom (dekorativ, Effizienz ~13 %) ~0,009 kWh/Zange.[11]

- Strom Ni: 0,010 kWh × 0,380 = 0,0038 kg CO₂e; Strom Cr: 0,009 kWh × 0,380 = 0,0035 kg CO₂e.

Summe Weg A (Beschichtung): ≈ 0,043 kg CO₂e.

Weg B: Zink (z. B. Fe/Zn 8 = 8 µm)

Normdicken gemäß ASTM B633 (z. B. 5/8/12/25 µm); hier 8 µm gewählt.[12]

Metallmasse: $0,030 \text{ m}^2 \times 8 \text{ µm} \times 7140 \text{ kg/m}^3 = 0,00171 \text{ kg}$ (1,71 g).

Vorprodukt Emissionen: Zink ca. 3,89 kg CO₂e/kg (Zinc LCA).[13]

• $0,00171 \text{ kg} \times 3,89 \text{ kg CO}_2\text{e/kg} = 0,0067 \text{ kg CO}_2\text{e}$.

Strombedarf (Faraday Herleitung, $\eta \sim 90 \%$, $\sim 3,5 \text{ V}$): $\sim 0,0055 \text{ kWh/Zange} \rightarrow 0,0021 \text{ kg CO}_2\text{e}$.

Summe Weg B (Beschichtung): $\approx 0,0087 \text{ kg CO}_2\text{e}$.

3) Gesamtergebnis (Cradle to Gate, pro Zange)

Basis ohne Beschichtung: Material 0,668 + Fertigung 0,076 + Transport 0,040 = 0,784 kg CO₂e.

Mit Beschichtung:

• Variante A (Ni/Cr): $0,784 + 0,043 = 0,828 \text{ kg CO}_2\text{e/Zange}$.

• Variante B (Zn 8 µm): $0,784 + 0,0087 = 0,793 \text{ kg CO}_2\text{e/Zange}$.

4) Warum genau diese Formeln/Faktoren?

Additivität: Für Cradle to Gate werden Modulbeiträge addiert (Material + Energie + Logistik + Oberfläche). Das entspricht gängiger LCA Praxis und ist mit ESRS E1 konsistent (Methodik/Intensitäten).[1]

Materialfaktoren: Wenn keine Lieferanten EPD vorliegt, sind worldsteel/ICE robuste Sekundärdaten - in der CSRD/ESRS zulässig, sofern die Quelle und Annahmen dokumentiert werden.[4][5]

Stromfaktoren: UBA publiziert jährlich den deutschen Strommix (THG Intensität).[7]

Transport: DEFRA Faktoren (t·km) sind Standard; exakte HGV Klasse/Beladung kann im DEFRA Excel ausgewählt werden.[8]

Galvanik: Schichtdicken sind normiert/branchenüblich (ASTM B633; Nickel Handbuch). Metallmassen ergeben sich geometrisch; Strombedarf aus der Faraday Herleitung mit realistischen Wirkungsgraden/Spannungen.[9][10][11][12]

5) CSRD/ESRS Dokumentation (wie es in Berichten dargestellt wird)

ESRS E1: Methodik, Systemgrenze, Faktoren, Unsicherheiten; Aggregation der Module; Stromfaktoren und Transportfaktoren mit Quellen.[1]

ESRS E5: Materialflüsse (Massen, Rezyklatanteile, Abfälle), Zirkularitätsmaßnahmen (Demontage, Recyclingfähigkeit).[2]

ESRS E2: Chemikalienmanagement (z. B. Umstellung auf Cr(III), Abwasserbehandlung, BAT/BREF-Konformität).[3]

BVT/BREF ,Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen (STM)' als technische Referenz für Galvanik-BAT.[14]

6) Steuerberechnung nach WUStG - transparent & regelbasiert

Von der Scorecard zur Steuer: Vier Felder (Klima, Ressourcen & Kreislauf, Arbeit & Fairness, Gesundheit & Sicherheit) werden in -3...+3 bewertet. Der FinalScore ist das Minimum dieser vier Werte (Reverse-Merit-Order). Die Verbraucher-Steuerklasse ergibt sich ausschließlich aus diesem FinalScore.

Ampellogik (B2C-Preisschild): +3/+2 → 0 %, +1 → 5 %, 0 → 19 %, <0 → 25 %. In Leitfäden werden teils auch Zwischenstufen gezeigt; maßgeblich ist jedoch die Ampel mit 0/5/19/25 %.

Vorsteuer/B2B: Vorleistungen mit FinalScore $\geq +1$ sind vorsteuerfähig; negative Inputs (<0) sind nicht abziehbar. Ein Bonusmechanismus (Bonuspunkte aus +1/+2/+3 Feldern) kann die ****unternehmensseitige**** Effektivsteuer leicht senken, ohne die öffentliche Verbraucherklasse zu verändern.

Anwendung auf die Zange (mit Deinen Zahlen)

Cradle-to-Gate: Variante A (Ni/Cr) $\approx 0,828$ kg CO₂e/Zange; Variante B (Zn 8 μ m) $\approx 0,793$ kg CO₂e/Zange.

Beispielhafte Einordnung - abhängig vom NACE-Benchmark (Leitlinien):

- Szenario 1 (Zn, BAT-konform): Klima +1, Ressourcen +1, Arbeit 0, Gesundheit 0 → FinalScore 0 → Klasse „Neutral“ (19 %).
- Szenario 2 (Zn, gute Sozialdaten): Klima +1, Ressourcen +1, Arbeit +1, Gesundheit 0 → FinalScore +1 → Klasse „Gut“ (5 %).
- Szenario 3 (Ni/Cr, ohne OHS-/Cr(III)-Nachweis): Gesundheit <0 → FinalScore <0 → Klasse „Schädlich“ (25 %).

Rechenbeispiele (nur Steuerwirkung, Netto 10,00 €)

Neutral (19 %): 10,00 € → 11,90 € · Gut (5 %): 10,00 € → 10,50 € · Schädlich (25 %): 10,00 € → 12,50 €.

Leitplanken & Herkunft der Schwellen

Die numerischen Schwellen für -3...+3 werden in den Technischen Leitlinien (Benchmarks_by_NACE) auf Basis anerkannter Referenzen (SBTi/1,5°C, WRI Aqueduct/EU-WRRL, ILO/Living-Wage, REACH/BAT/BREF) festgelegt und vom Wirkungsrat regelmäßig aktualisiert. Für die Zange (Werkzeuge/Handwerkzeuge) wird damit der Klima-Korridor (z. B. $\leq 0,80$ kg CO₂e/Stk für +1) und die Regeln für die übrigen Felder festgezurr.

Fußnoten

- [1] ESRS E1: Climate change - Methodik und Offenlegung (Delegierte Verordnung/EFRAG■Texte).
- [2] ESRS E5: Resource use & circular economy - Materialflüsse/Zirkularität (Delegierte Verordnung/EFRAG■Texte).
- [3] ESRS E2: Pollution - Emissionen/Chemikalien (Delegierte Verordnung/EFRAG■Texte).
- [4] worldsteel - globale CO₂■■Intensitäten/LCI für Stahl (Rohstahl, BF■BOF/EAF).
- [5] University of Bath - Inventory of Carbon & Energy (ICE v3.0) - u. a. Faktoren für Karton, synthetischen Gummi.
- [6] Praxiswerte Schmiedeenergie (Elektro■Billetheizer ~450 kWh/t), z. B. Branchenleitfäden/Energieeffizienzberichte.
- [7] Umweltbundesamt (UBA) - Entwicklung der spezifischen Treibhausgasemissionen des deutschen Strommix (z. B. 2023: ~0,380 kg CO₂■/kWh).
- [8] UK BEIS/DEFRA - GHG Conversion Factors 2024 (HGV t-km■Faktoren nach Fahrzeugklasse/Beladung).
- [9] Nickel Plating Handbook - typische Schichtdicken, Wirkungsgrade, Prozessparameter (Nickel Institute).
- [10] Nickel Institute LCI - Treibhausgasfußabdruck von Class■1 Nickel (~13 kg CO₂■e/kg).
- [11] Galvanotechnik■Referenzen (Faraday■Herleitung/Spannungen/Effizienzen; dekoratives Cr mit niedriger Kathoden■Effizienz).
- [12] ASTM B633 - Standard Specification for Electrodeposited Coatings of Zinc on Iron and Steel (z. B. 5/8/12/25 µm).
- [13] International Zinc Association - Life Cycle Inventory/Assessment of Refined Zinc (~3,89 kg CO₂■e/kg).
- [14] EU BVT/BREF „Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen (STM)“ - BAT■Referenzen für Galvanik.

Fußnoten - Direktlinks

- [1] ESRS E1 - Delegated Act (Annex): https://www.efrag.org/sites/default/files/media/document/2024-08/ESRS%20E1%20Delegated-act-2023-5303-annex-1_en.pdf
- [2] ESRS E5 - Resource use & circular economy (Draft/Amendments): https://www.efrag.org/sites/default/files/media/document/2025-07/05.09_esrs_e5_revision_clean_v1.6.pdf
- [3] ESRS E2 - Delegated Act (Annex): https://www.efrag.org/sites/default/files/media/document/2024-08/ESRS%20E2%20Delegated-act-2023-5303-annex-1_en.pdf
- [4] worldsteel - Life Cycle Inventory Study Report (2021 data): <https://worldsteel.org/wp-content/uploads/2021-LCA-Study-Report.pdf>
- [5] ICE Database (Inventory of Carbon & Energy v3.0) - Circular Ecology: <https://circularecology.com/embodied-carbon-footprint-database.html>
- [6] Elektrischer Billetherhitzer - SEC ≈ 450 kWh/t (Fallstudie): https://www.sameeksha.org/pdf/cs_pune-forging.pdf

[7] UBA - Deutscher Strommix (aktuelle Zeitreihe): https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/23_2024_cc_strommix_11_2024.pdf

[8] DEFRA 2024 - Conversion factors (Methodology PDF): <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/66a9fe4ca3c2a28abb50da4a/2024-greenhouse-gas-conversion-factors-methodology.pdf>

[9] DEFRA 2024 - Main page (Download links):
<https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2024>

[10] Nickel Plating Handbook (Nickel Institute) - PDF:
https://nickelinstitute.org/media/lxxh1zwr/2023-nickelplatinghandbooka5_printablepdf.pdf

[11] Nickel life cycle data (Exec. Summary 2025):
<https://nickelinstitute.org/media/fbmdel4y/2025-lifecycledata-executive-summary.pdf>

[12] ASTM B633 - Zink auf Eisen/Stahl (Standard-Seite):
<https://www.astm.org/b0633-19.html>

[13] IZA - Life Cycle Assessment (Zinc):
<https://www.zinc.org/life-cycle-assessment/>

[14] EU BREF STM - Surface Treatment of Metals and Plastics:
https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/stm_bref_0806.pdf

[15] Chrom-Plattierung - niedrige Kathoden-Effizienz (US EPA AP-42):
<https://www.enviro.wiki/images/a/a3/USEPA1996.pdf>