PROJEKT: „Digitale Kohlproduktion“

**Ziel:** Kosten verursachergerecht zuweisen

## Ebene 1: ROHDATEN (von der Waage / Sensoren / Personal)

**Echtzeit-Erfassung als Grundlage für KPI-Berechnung**

| **Kategorie** | **Kennzahl** | **Einheit** | **Datenquelle** |
| --- | --- | --- | --- |
| Gewicht | Gewicht jeder Messung | g | weight\_g |
| Zeit | Zeitstempel jeder Messung | ms / s | timestamp |
| Gewichtsdifferenz | Änderung zwischen zwei Messpunkten | g | weight\_diff |
| Spitzen | Detektion einzelner Kohlköpfe | – | Logik zur Erkennung |
| Reset | Container voll, Gewicht zurückgesetzt | – | Gewicht → 0 |
| Artikel | Produktbezeichnung | Text | Auftrag / Produktion |
| Rohware | Eingangsgewicht je Palette / Auftrag | kg | Palettendaten |
| IST-Gewicht | Ausgeliefertes Gewicht | kg | Container / Produktion |
| Mitarbeiter | Schicht, ID, Stunden, Kosten | – / € / h | Zeiterfassung / Stammdaten |
| Soll-Verlust | Normativer Gewichtsverlust | kg / % | Artikel-Stammdaten |

## Ebene 2: KPI – berechnete Leistungskennzahlen

### Container-bezogen:

| **Nr** | **KPI** | **Beschreibung** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Befüllzeit eines Containers | Zeit von erstem bis letztem Gewicht vor Reset |
| 2 | Abweichung vom Zielgewicht | Differenz zu definiertem Zielgewicht je Container |
| 3 | Anzahl befüllter Container pro Schicht | Anzahl vollständiger Behälter pro Schicht |
| 4 | Anzahl Einheiten pro Container | Detektierte Einzelstücke je Container |
| 5 | Durchschnittliches Stückgewicht im Container | Containergewicht / Stückanzahl |
| 6 | Zeitabstand zwischen den Einheiten | Durchschnittlicher Abstand in Sekunden |
| 7 | Zeit zwischen Containerbefüllungen | Pausen zwischen Containerzyklen |
| 8 | Durchschnittlicher Leerlauf pro Schicht | Mittelwert aller Pausen |
| 9 | Minimales Stückgewicht im Container | Leichtester Kohlkopf |
| 10 | Maximales Stückgewicht im Container | Schwerster Kohlkopf |
| 11 |  |  |

### Mitarbeiter-/Verarbeitungsbezogen:

| **Nr** | **KPI** | **Beschreibung** |
| --- | --- | --- |
| 12 | Gesamtanzahl der Einheiten pro Schicht | Summe aller detektierten Kohlköpfe |
| 13 | Gesamtanzahl der Container pro Schicht | Anzahl Resets |
| 14 | Gesamtgewicht der produzierten Ware | Summe aller Containergewichte |
| 15 | Produktivität pro Einheit | Stücke pro Stunde |
| 16 | Produktivität pro Gewicht | kg pro Stunde |
| 17 | Abfallmenge | Rohgewicht – verarbeitetes Gewicht |
| 18 | Verlust in der Verarbeitung | (Roh – IST) / Roh |
| 19 | Sortierqualität | % außerhalb des Zielbereichs |
| 20 | Gewichtsstreuung bei Einheiten | Standardabweichung der Einzelgewichte |

### Kosten- & Effizienzbezogene KPIs:

| **Nr** | **KPI** | **Beschreibung** |
| --- | --- | --- |
| 21 | Kosten pro Stück | Gesamtkosten / Einheitenanzahl |
| 22 | Kosten pro kg | Gesamtkosten / kg |
| 23 | Produktionsverlust in kg | Roh – IST |
| 24 | Produktionsverlust in % | (Roh – IST) / Roh |
| 25 | Abweichung zum Soll-Verlust | Differenz IST-Verlust zu Norm |
| 26 | Ø Zeit pro Palette | Ø Minuten für eine Palette |
| 27 | Ø Kosten pro Palette | Ø € je Palette |
| 28 | Ø Mitarbeiterkosten pro Stunde | Durchschnittlicher Stundenlohn |
| 29 | Stunden pro Schicht | Summe der gearbeiteten Stunden |
| 30 | Anzahl Mitarbeiter pro Schicht | Personen je Schicht |
| 31 | Personalkosten pro Schicht | Ø Kosten \* Personen \* Zeit |
| 32 | Rohware pro Palette | Rohgewicht / Anzahl Paletten |
| 33 | IST pro Palette | Outputgewicht / Palettenanzahl |
| 34 | Verlust pro Palette | Rohverlust je Palette |
| 35 | Kosten pro Produktart | €/kg oder €/Stück je Artikel |
| 36 | Effizienz pro Mitarbeiter (Stück/h oder kg/h) | Leistung pro Kopf |
| 37 | Leistungsvergleich Früh / Spät | Vergleich Palettenanzahl, Zeiten, Verluste etc. |
| 38 | Ø Bearbeitungszeit pro Artikel | Zeit / Artikel (inkl. Wartezeit in Halle) |
| 39 | Qualitätsindikation pro Charge | Klassifikation: gut / mittel / schlecht |

### Zusätzliche OEE-KPIs (nach DIN EN 62740)

| Nr | KPI | Formel/Logik | Zielwert | Datenquelle |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 40 | Verfügbarkeit (Availability) | (Betriebszeit - Stillstandszeiten) / Betriebszeit × 100 | ≥90% | Maschinenlaufzeiten, Stillstandprotokolle |
| 41 | Leistung (Performance) | (Ist-Produktion / Max. mögliche Produktion) × 100 | ≥85% | Soll-Ist-Vergleich (kg/h oder Stück/h) |
| 42 | Qualitätsrate (Quality) | (Fehlerfreie Einheiten / Gesamtproduktion) × 100 | ≥95% | Qualitätsprüfungen, Gewichtstoleranzen |

## Ebene 3: Aggregation je nach Ziel oder Rolle

### **Nach Analyseziel:**

**Operative Steuerung**: 1, 2, 3, 5, 7, 8, 13, 14, 26, 29, 30, 37, 38, 40, 41

**Kostenanalyse**: 14, 15, 16, 17, 18, 21–24, 27–28, 31–35, 38

**Mitarbeitereffizienz**: 12, 15, 16, 19, 20, 36, 41

**Verpackungsqualität**: 2, 4, 5, 9, 10, 11, 25, 39, 42

**Schicht-/Teamvergleich**: Alle Kennzahlen (1–42), gruppiert nach Schicht

### 

### Nach Verantwortungsebene:

| **Rolle** | **Fokus-KPIs** |
| --- | --- |
| **Arbeiter / Bediener** | 12, 15, 16, 19, 36 |
| **Schichtleiter** | 3–8, 13–14, 17–20, 26, 29, 30, 37, 40, 41 |
| **Produktionsleitung** | 1–42 |
| **Controlling / Finanz** | 14, 15, 16, 18, 21, 22, 27, 28, 31, 35 |

### Komplette KPI-Tabelle (mit Formeln & Zielwerten)

Qualitäts-KPIs

| **Nr** | **KPI** | **Formel/Logik** | **Zielwert** | **Indikator** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | Zielgewicht-Abweichung | Ist-Gewicht – Soll-Gewicht | ± 5 % pro Container | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 4 | Einheiten pro Container | Gezählte Gewichtsspitzen (→ Kohlköpfe) | ≥ 50 | 🟢 / 🔴 |
| 5 | Durchschn. Stückgewicht | Container-Gewicht / Stückanzahl | 200–300 g | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 9 | Minimales Stückgewicht | Leichtester Kohlkopf im Container | > 150 g | 🟢 / 🔴 |
| 10 | Maximales Stückgewicht | Schwerster Kohlkopf im Container | < 400 g | 🟢 / 🔴 |
| 11 | Durchschn. Stückgewicht (Ø) | Wie KPI #5 (Redundanz entfernen) | – | – |
| 19 | Sortierqualität | % Stücke außerhalb der Gewichtstoleranz | < 5 % | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 20 | Gewichtsstreuung | Standardabweichung der Stückgewichte | < 30 g | 🟢 / 🔴 |
| 25 | Abweichung Soll-Verlust | (Ist-Verlust – Norm-Verlust) / Norm-Verlust | ≤ 10 % | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 39 | Chargequalität | Klassifizierung (gut/mittel/schlecht) | ≥ 80 % „gut“ | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 42 | Qualitätsrate (Quality) | (Fehlerfreie Einheiten / Gesamtproduktion) × 100 | ≥ 95 % | 🟢 / 🟠 / 🔴 |

Produktivitäts-KPIs

| **Nr** | **KPI** | **Formel/Logik** | **Zielwert** | **Indikator** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Container-Befüllzeit | Letzter Zeitstempel – Erster Zeitstempel | < 15 Min. | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 3 | Container pro Schicht | Anzahl Resets (= volle Container) | ≥ 20 | 🟢 / 🔴 |
| 6 | Zeitabstand zwischen Einheiten | Durchschn. Zeit zwischen Stücken (s) | < 10 s | 🟢 / 🔴 |
| 7 | Zeit zwischen Befüllungen | Pause zwischen Container-Wechsel | < 5 Min. | 🟢 / 🔴 |
| 8 | Durchschn. Leerlauf | Ø aller Pausen pro Schicht | < 10 % der Schichtzeit | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 12 | Gesamteinheiten pro Schicht | Summe aller Kohlköpfe | ≥ 1 000 | 🟢 / 🔴 |
| 13 | Gesamtcontainer pro Schicht | Wie KPI #3 | – | – |
| 14 | Gesamtproduktionsgewicht | Summe aller Container-Gewichte | ≥ 1 000 kg | 🟢 / 🔴 |
| 15 | Produktivität (Stück/h) | Stückanzahl / Arbeitsstunden | ≥ 500 | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 16 | Produktivität (kg/h) | Gesamtgewicht (kg) / Arbeitsstunden | ≥ 150 kg/h | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 26 | Ø Zeit pro Palette | Gesamtzeit / Palettenanzahl | < 30 Min. / Palette | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 36 | Mitarbeiter-Effizienz | kg oder Stück / (Arbeitsstunden – Leerlauf) | ≥ 120 % Basis | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 37 | Schichtvergleich (Früh/Spät) | Differenz in Containerzahl, Zeiten etc. | ≤ 15 % Abweichung | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 38 | Ø Bearbeitungszeit pro Stück | Gesamtzeit / Stückanzahl | < 30 s | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 40 | Verfügbarkeit (Availability) | (Betriebszeit – Stillstandszeiten) / Betriebszeit × 100 | ≥ 90 % | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 41 | Leistung (Performance) | (Ist-Produktion / Max. mögliche Produktion) × 100 | ≥ 85 % | 🟢 / 🟠 / 🔴 |

Kosten-KPIs

| **Nr** | **KPI** | **Formel/Logik** | **Zielwert** | **Indikator** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 17 | Abfallmenge (kg) | Rohgewicht – Ist-Gewicht | < 5 % des Inputs | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 18 | Verarbeitungsverlust (%) | (Rohgewicht – Ist) / Rohgewicht × 100 | ≤ 8 % | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 21 | Kosten pro Stück | Gesamtkosten / Stückanzahl | ≤ € 0,50 | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 22 | Kosten pro kg | Gesamtkosten / Gesamtgewicht (kg) | ≤ € 2,00 | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 23 | Produktionsverlust (kg) | Wie KPI #17 | – | – |
| 24 | Produktionsverlust (%) | Wie KPI #18 | – | – |
| 25 | Abweichung Soll-Verlust | (Ist-Verlust – Norm-Verlust) / Norm-Verlust | ≤ 10 % | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 27 | Ø Kosten pro Palette | Gesamtkosten / Palettenanzahl | ≤ € 100 / Palette | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 28 | Ø Mitarbeiterkosten /h | Gesamtlohnkosten / Arbeitsstunden | ≤ € 25 / h | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 31 | Personalkosten pro Schicht | Ø Stundenlohn × Mitarbeiter × Stunden | ≤ € 500 / Schicht | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 32 | Rohware pro Palette | Rohgewicht / Palettenanzahl | ≤ 300 kg/Palette | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 33 | Ist-Gewicht pro Palette | Ist-Gewicht / Palettenanzahl | ≥ 285 kg/Palette | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 34 | Verlust pro Palette | (Roh – Ist) / Palettenanzahl | ≤ 15 kg/Palette | 🟢 / 🟠 / 🔴 |
| 35 | Kosten pro Produktart | Artikelbezogene Kosten / kg oder Stück | Trendanalyse | – |

### Ampelsystem & Empfehlungen

* 🟢 Grün: Ziel erreicht (z.B. Verlust <5%).
* 🟠 Orange: Warnung (5-10% Abweichung).
* 🔴 Rot: Kritisch (>10% Abweichung).

#### Optimierungsvorschläge:

1. Redundanzen entfernen: KPI #5/#11 und #17/#23 konsolidieren.
2. Priorisieren:
   * *Operative Teams*: Fokus auf KPI 1-16, 36.
   * *Controlling*: KPI 17-22, 27-34.
3. Datenquellen prüfen: Bei KPI #28 (Stundenlohn) Sozialabgaben einbeziehen?

### Dashboard-Beispiel

[ QUALITÄT ]

├── Ø Stückgewicht: 250g (🟢)

├── Sortierqualität: 6% (🟠)

└── Chargequalität: 75% „gut“ (🟠)

[ PRODUKTIVITÄT ]

├── Container/h: 4 (🔴)

├── kg/h: 140kg (🟢)

└── Leerlauf: 12% (🔴)

[ KOSTEN ]

├── Kosten/kg: €1,90 (🟢)

└── Abfallkosten: €120 (🟠)

[ OEE-Dashboard ]

├── Verfügbarkeit: 90,6% 🟢

├── Leistung: 85% 🟠

└── Qualität: 97% 🟢

────────────────────

* GESAMT-OEE: 74,8% (90,6% × 85% × 97%)
* Aktionen bei Abweichungen:
  + 🔴 Leistung <80%: Analyse der Gründe (z.B. Personaleffizienz, KPI #36 prüfen).
  + 🟠 Qualität <95%: Sortierprozesse optimieren (KPI #19, #20).