

# Sankey-Diagramm-Analyse in prozesstechnischen Anwendungen

## Anfrage Modellnutzung

Datum

Name der Firma

Anschrift

Homepage der Firma

Name des Anfragenden

Funktion

Telefon-Nummer

E-Mail

**Gegenstand** der Modellierung (Bitte ankreuzen / Mehrfachnennung möglich)

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Energiebilanz       | <input type="checkbox"/> Reaktormodellierung       | <b>Strömungssimulation (CFD)</b>                         |
| <input type="checkbox"/> Massenbilanz        | <input type="checkbox"/> Kostenmodellierung        |  |
| <input type="checkbox"/> Kapazitätsanalyse   | <input type="checkbox"/> Umweltauswirkungen        |  |
| <input type="checkbox"/> Fließbildsimulation | <input type="checkbox"/> Anderes .....             |  |
|  |  |  |
|  | <input type="checkbox"/> Rohre / Kanäle / Behälter | <input type="checkbox"/> Raumströmung / Wärme / Kühlung  |
|  | <input type="checkbox"/> Reinraum                  | <input type="checkbox"/> Schornstein / Gebäudeumströmung |
|  | <input type="checkbox"/> Anderes .....             |  |

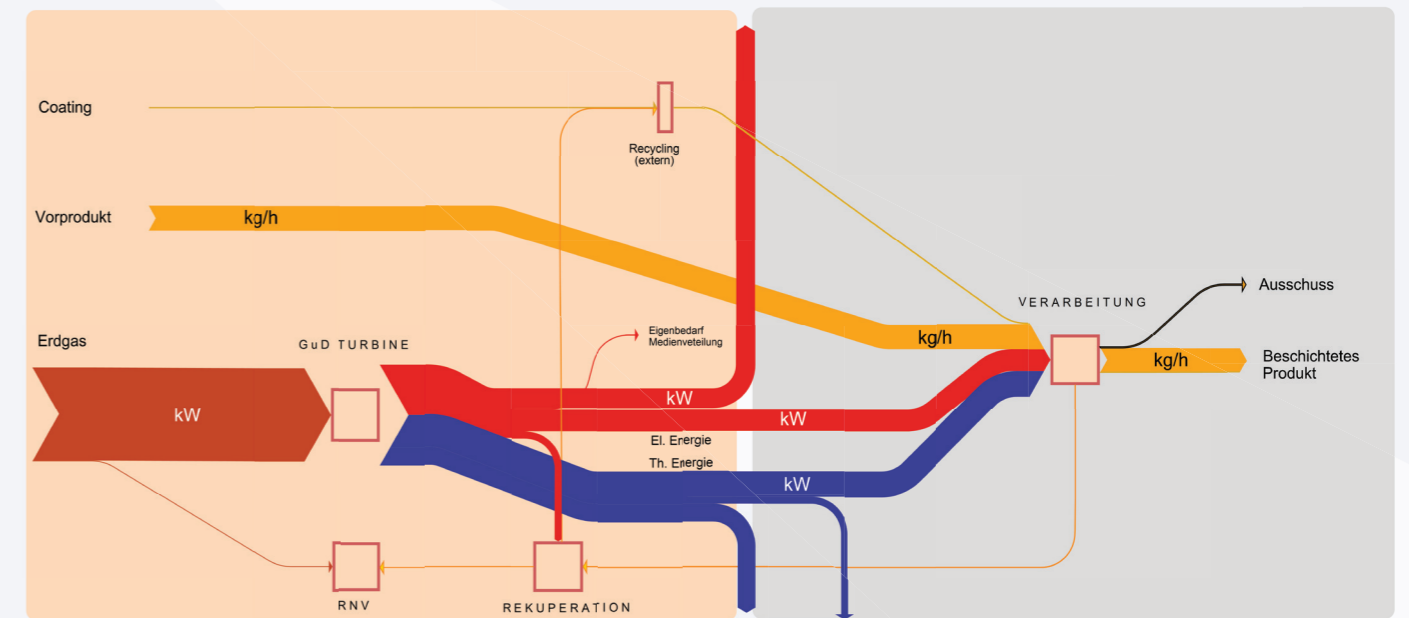
**Ziel** der Modellierung (Bitte ankreuzen / Mehrfachnennung möglich)

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> <b>Verfahrensoptimierung</b> | <input type="checkbox"/> Unterstützung bei der Investitionsentscheidung | <input type="checkbox"/> Standortoptimierung           |
| <input type="checkbox"/> Entwicklung / Entwurf                   | <input type="checkbox"/> Live-Betriebsüberwachung                       | <input type="checkbox"/> Ressourceneffizienzsteigerung |
| <input type="checkbox"/> Umstellung / Verbesserung               | <input type="checkbox"/> Verfahrensplanung                              | <input type="checkbox"/> Genehmigungsunterlagen        |
| <input type="checkbox"/> Parameterwahl                           | <input type="checkbox"/> Anderes .....                                  |  |

**Weitere Bemerkungen**

Anfrage bitte ausfüllen und per Fax senden an: 0321 27 38 72 57 **oder** scannen und als PDF an: internet@averem.com

# Sankey-Diagramm-Analyse in prozesstechnischen Anwendungen



- Prozessbeherrschung
- Einsparung von Versuchen
- Besser fundierte Entscheidungen

# Sankey-Diagramm-Analyse in prozesstechnischen Anwendungen

Das Arbeiten mit Massen- und Energiebilanzen gehört zum alltäglichen Geschäft in der Prozesstechnik.

## Aller Anfang ist leicht ...

Eine erste Bilanz ist gewöhnlich schnell erstellt, ohne die Zuhilfenahme eines speziellen Softwarewerkzeugs. Dabei werden manche Ströme geschätzt, und vielfach ist auch die Genauigkeit vieler Messungen a priori nicht bekannt.

## ... und liefert ein schnelles Ergebnis

Nicht passende Teilbilanzen an kritischen Knotenpunkten werden passend gemacht, indem man die Annahmen ändert oder von überhöhten Messungenauigkeiten ausgeht. Man erhält eine stimmige Bilanz, die bestmögliche Schätzung basierend auf den Daten der Ausgangssituation.

## Mühsam ist dann die Fortsetzung ....

Soll die Bilanz neu gefasst werden, weil Planungsannahmen oder Eingangsdaten sich geändert haben, z.B. im Folgejahr, kann das erneute "Stimmigmachen" mehr Zeit beanspruchen als die erste Erstellung. Beispielsweise entdeckt man, dass bestimmte Annahmen in der Eile unzulänglich dokumentiert worden waren oder Abweichungen, die man Messungenauigkeiten zugeschrieben hatte, real sind und einer Erklärung bedürfen.

## ... die aber von Systematik profitiert

AVEREM benutzt professionelle Softwarewerkzeuge zur Bilanz-erstellung, die nicht nur Inputs und Outputs verwalten, sondern auch die Parameter der einzelnen Prozesse. Üblicherweise sind eine Prüfung der Plausibilität der Eingangsdaten und – wo erforderlich – einzelne Nachmessungen Bestandteil der Erstellungsphase des Modells. Die Ergebnisse können in Listenform oder als Fließbildgrafiken verfügbar gemacht und weiter verwendet werden.

Gesamt- und Teilbilanzen sind auf Knopfdruck erhältlich und die Dokumentation aller Eingangsvoraussetzungen und Resultate in Form von Dateien zu verschiedenen Szenarien ist keine Schwierigkeit mehr. Sankeypfeile im Fließbild, deren Breite proportional zum Fluss ist, erlauben eine eingängige Darstellung von Energie- und Masseströmen.

Auch Größen, für die keine Erhaltungssätze gelten, lassen sich vorteilhaft in Sankey-Diagrammen darstellen oder integrieren. Hierzu zählen in erster Linie Kosten, sowie Anlagenkapazitäten zwecks Engpassanalyse einer Anlage. Sie werden von AVEREM regelmäßig in Sankey Diagrammen mitgeführt. Nicht zuletzt kurzfristig auftretende Spitzenströme können, wenn sie relevant sind, im Sankey Diagramm integriert werden, und erlauben erst dann eine Kapazitätsanalyse der installierten Aggregate.

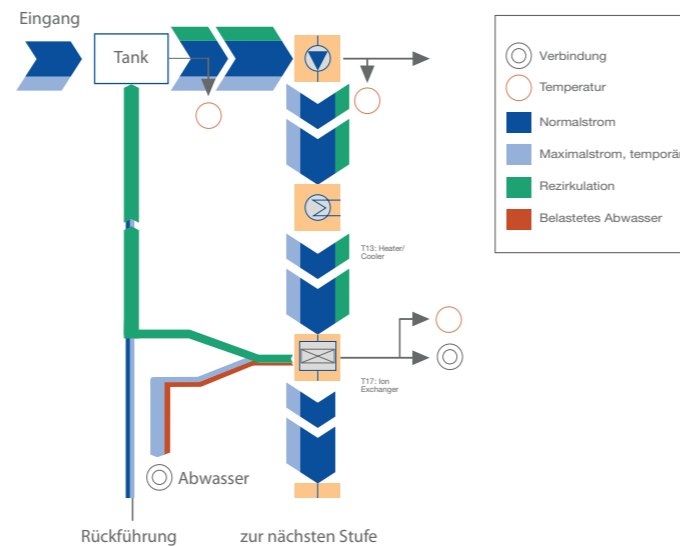


Abbildung: Sankey Diagramm des Wasserflusses in einer Reinstwasseranlage (Ausschnitt)

Die Anwendung dieser Aufbauprinzipien zeigt das abgebildete Sankey Diagramm einer Reinstwasseranlage: Normalströme, Spitzenströme und rezirkulierende sowie Abwasserströme sind farblich unterschiedlich gekennzeichnet

Modellierte Teilanlagen können in der Zwischenablage oder in Bibliotheken zur Wiederverwendung in anderen Projekten gespeichert werden.

Die Kommunikation auf der Basis von Sankey-Diagrammen ist extrem erfolgreich bei der Darstellung technischer Zusammenhänge gegenüber beispielsweise Kunden, Projektkaufleuten oder dem Management.

## Volle Kontrolle und Transparenz

Das so erstellte Prozessmodell erlaubt verschiedene, in sich konsistente Analysen:

- **Massen- und Energiebilanz**
- **Anlagenkapazität und Reserven**
- **Kostenflüsse (auch MFCA nach ISO 14051)**
- **Effizienzkennzahlen**
- **Umweltauswirkung (auch LCA nach ISO 14040)**
- **Versorgungs- und entsorgungsseitige Konsequenzen bei geplanten Änderungen**

Die von AVEREM erstellten Modelle gestatten auch die Verknüpfung der administrierten Bilanzen zu international akzeptierten Umweltdatenbanken, die die LCA ermöglichen.

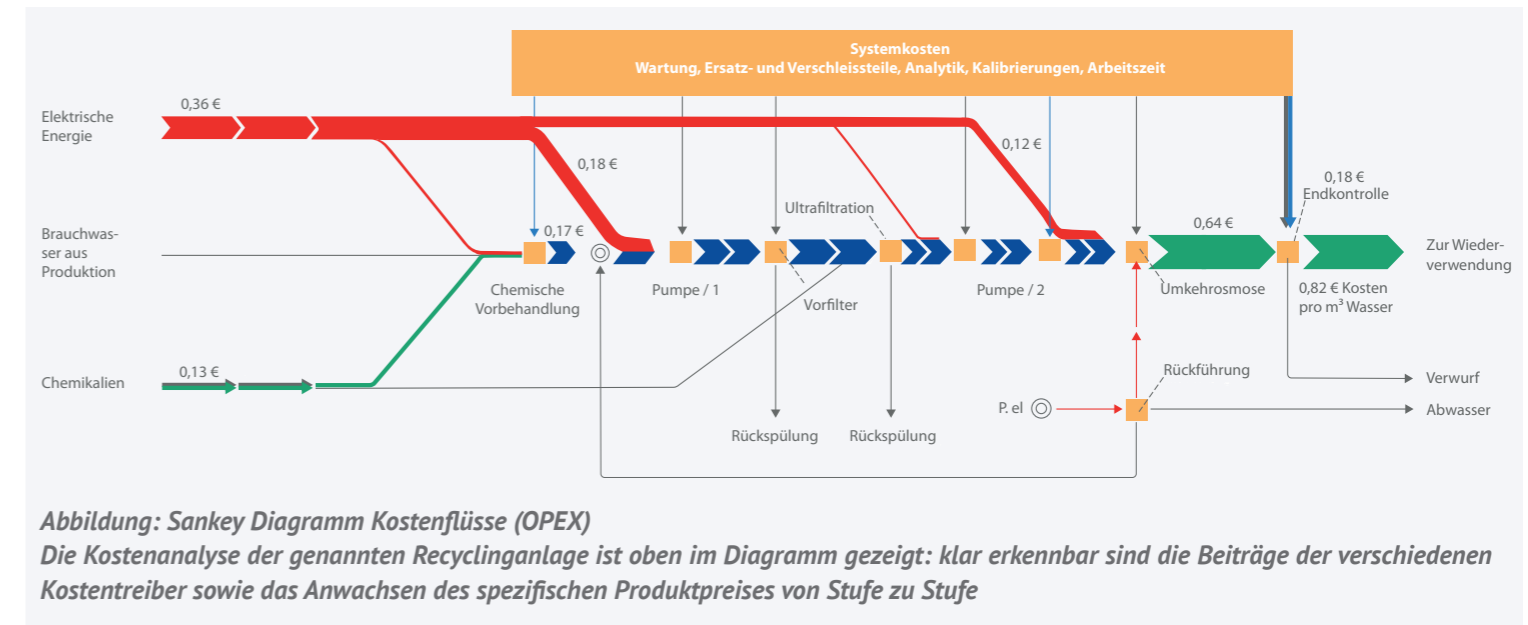


Abbildung: Sankey Diagramm Kostenflüsse (OPEX) Die Kostenanalyse der genannten Recyclinganlage ist oben im Diagramm gezeigt: klar erkennbar sind die Beiträge der verschiedenen Kostentreiber sowie das Anwachsen des spezifischen Produktpreises von Stufe zu Stufe

## Erfolgsgeschichten

AVEREM hat erfolgreich verschiedene Anwendungsfälle mit dieser Technik bearbeitet, unter anderem:

- **Kapazitätsausweitung einer Reinstwasseranlage**
- **Entwurfsplanung chemischer Prozesse mit komplexen Stoffstromrückführungen**
- **Kostenflussanalyse einer Abwasserrecyclinganlage**
- **Umweltbewertung von Halbleiter- und PV-Zellenproduktion**
- **Berechnung von Abwasserbilanzen und -konzentrationen zur Beantragung von Einleitgenehmigungen**

## Vorteile

In jeder einzelnen Anwendung wurden wertvolle analytische Ergebnisse erhalten, die vielfach die Erwartungen übertrafen. Der Grund dafür ist:

- **Erhöhte Transparenz durch Visualisierung der Ergebnisse**
- **Klare Darstellung möglicher oder nötiger Optimierungspunkte**
- **Systematische Analyse zur Vermeidung von Material- und Energieverlusten**
- **Ideale Entscheidungsunterstützung**
- **Quantitative Bewertung von möglichen Kosteneinsparungen**

## Komplexität im Griff

AVEREM hilft Ihnen, mit dieser Art Analyse vertraut zu werden und von Anfang an die vollen Vorteile zur Geltung zu bringen. Das betrifft Beschleunigung von Revisionen im Planungsstadium des Prozesses, Übernahme von Teilmodellen in neue Modellierungen sowie die ganze Bandbreite der vorhandenen Analysemöglichkeiten. Üblicherweise kann man in der zur Verfügung stehenden Zeit mehr Szenarien analysieren und die Ergebnisse durch Export in andere Softwareapplikationen übernehmen.

## AVEREM liefert

- **Modellkonzeption auf einem der Aufgabenstellung adäquaten Abstraktions- oder Detaillierungsgrad**
- **Modellerstellung und Szenarienaufbau**
- **Rechnerische und verfahrenstechnische Validierung**
- **Auswertungen, Schlussfolgerungen und Empfehlungen für Prozess, Verfahrenstechnik, Umweltauswirkungen und Kosten**
- **Modellpflege und -aktualisierung**
- **Modellverknüpfung mit Anlagendaten aus Leitsystemen**

Wir benutzen die Sankey-Diagramm-Analyse seit 1997. Gerne teilen wir unsere Erfahrungen mit Ihnen und unterstützen Sie bei der Modellierung Ihrer Prozesse.