Foto: https://www.pexels.com/de-de/foto/fotografie-von-elektrischen-turmen-im-feld-1133500/

Jürgen Schrampf, Gerda Hartmann

Energiebedarf in Lieferketten

Ein Screening von exemplarischen Supply Chains zur Bestimmung von Energieverbrauchswerten

Das Wissen um die spezifischen Anforderungen von Lieferketten und die daraus resultierende Höhe des Energieverbrauchs unterstützen dabei, den Energiebedarf und die potenzielle Wirksamkeit von Energieeffizienzmaßnahmen besser bewerten zu können. Einzelne Teilbereiche in der Logistik sind hierzu bereits gut analysiert, der Gesamtbetrachtung des Energieverbrauchs in Lieferketten wurde allerdings bislang nur wenig Augenmerk geschenkt. In einer aktuellen Studie hat ECONSULT im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz (BMK) exemplarisch 5 konkrete Produkte hinsichtlich ihres Energieverbrauchs in der Supply Chains analysiert und die Ergebnisse in einer Studie publiziert.

Die österreichische Logistik-Wirtschaft zeichnet für 160.000 Arbeitsplätze in 11.000 Unternehmen mit 33,6 Milliarden Euro Jahresumsatz verantwortlich[1]. Der Anteil der Logistikkosten am Bruttoinlandsprodukt betrug im Jahr 2018 9,3 %.[2] Im Jahr 2020 summierte sich das Gesamttransportaufkommen aller Verkehrsträger in Österreich auf rund 725 Millionen Tonnen, was zu einer Gesamttransportleistung im Güterverkehr von 90,8 Mrd. Tonnenkilometer[3] und einem entsprechenden Energieaufwand führte. Der energetische Endverbrauch des Verkehrs beträgt rund 410 Petajoule (PJ). Damit ist dies jener wirtschaftliche Sektor, der in Österreich die meiste Energie benötigt, gefolgt vom produzierenden Bereich.[4] Weitere Energie wird in der Logistik neben dem Transport vor allem in den Bereichen Gebäude und Prozesse benötigt: Rund 40 % des gesamten Energieverbrauchs eines Unternehmens entfallen auf den Betrieb von Gebäuden[5], die Beleuchtung zeichnet in einer Logistikhalle für rund ein Drittel des Energieverbrauchs verantwortlich. Daneben sind Gebäudehülle (Wärmedämmung, Sonnenschutz etc.), Heizung bzw. Kühlung, Klimatisierung und Druckluft wesentliche Verbraucher bei Gebäuden.[6] Dass die Beschäftigung mit Energie, Energieverbrauch und Energieeffizienz in der Logistikbranche an Bedeutung gewinnt, hat zunächst vor allem ökonomische Gründe: Da Energie in der Logistik ein wesentlicher Kostenfaktor ist, ist Energieeffizienz eine wichtige Stellschraube für Kostenersparnis.[7]

In den vernetzten und globalisierten Wirtschaftssystemen gleicht kaum eine Lieferkette der anderen, es wurden daher Analysen zum Energiebedarf anhand von 5 exemplarischen Supply Chains (SC 1 – SC 5) durchgeführt:

1 bmk.gv.at/themen/mobilitaet/transport/gueterverkehrslogistik.html vom 22.11.2021

2 de.statista.com/statistik/daten/studie/1066549/umfrage/logistikkosten-im-verhaeltnis-zum-bip-in-ausgewaehlten-laendern/ vom 25.11.2021

3 Statistik Austria, Verkehrsstatistik 2020, Wien 2021, S. 22

4 BMK (Hrsg.): Energie in Österreich – Zahlen, Daten, Fakten, Wien 2020, S. 7 ff.

5 wirtschaftswissen.de/einkauf-produktion-logistik/logistik/energiefresser-ausschalten-energiekosten-senken-energieeffizienz-steigern-in-der-logistik/ vom 21.11.2021

6 Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart (Hrsg.): Energie und Energieeffizienz im Überblick, Leitfaden für Logistikbetriebe, Stuttgart 2019, S. 28

7 eha.net/blog/details/energieeffizienz-fuer-logistik-unternehmen-kostenfaktor-energie.html vom 21.11.2021

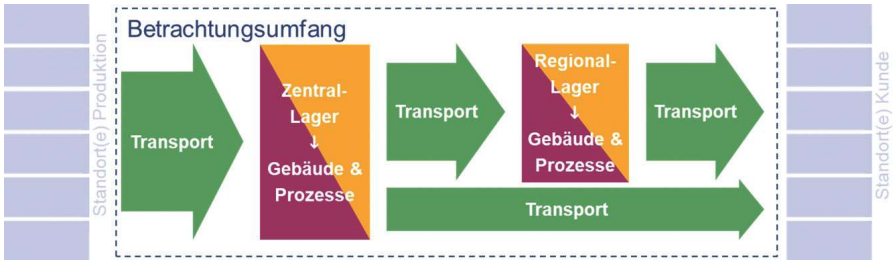

Abbildung 1: Übersicht über den Betrachtungsumfang

- SC 1 Kommunale Versorgung
- SC 2 Handel Schnelldreher
- SC 3 Handel Normale Lagerartikel
- SC 4 Handel Langsamdreher
- SC 5 Technisches Gewerbe

Aus den gewonnenen Ergebnissen lassen sich nun sowohl absolute Energieverbrauchswerte für die Lieferkette eines Produkts als auch Kennzahlen und Benchmarks für die grobe Analyse von Supply Chains mit ähnlichen Ausprägungen ableiten.

Grundsätzlich entfallen die wesentlichen Energieverbräuche in einer Supply Chain auf den Betrieb von logistisch genutzten Gebäuden (Lager, Verteilzentren, Hubs etc.), auf die dort stattfindenden Prozesse zur Abwicklung (Förderung, Kommissionierung, Verpackung etc.) und auf die Transporte zwischen den einzelnen Standorten (mittels LKW, Bahn, Schiffstransport, Air Cargo etc.). Da sich Logistikketten in vielen Aspekten voneinander unterscheiden, müssen sie für die vergleichende Betrachtung in einer standardisierten Struktur erfasst und dargestellt werden. Hierfür wurde ein vereinfachtes Modell mit zwei oder drei Transportabschnitten und ein oder zwei Lager- und/oder Umschlagpunkten definiert, in welchem die untersuchten Lieferketten abgebildet werden können (Abbildung 1).

Das Projekt wurde in Zusammenarbeit mit drei Unternehmen aus der operativen Praxis durchgeführt, mit welchen die zu betrachtenden Referenzprodukte sowie die dahinterliegenden Lieferketten definiert und evaluiert wurden. Die Praxispartner erhoben dafür die erforderlichen Energieverbrauchsdaten betreffend Gebäude und Prozesse, hierfür wurden in den Unternehmen jeweils unterschiedliche Quellen herangezogen, wie Abrechnungen des Energieversorgers oder intern kalkulierte Verbräuche pro Einheit. Auch die jeweilige durchschnittliche Lagerdauer fand in der Betrachtung Berücksichtigung, z.B. Schnelldreher und Cross-Docking Artikel, normale Lagerartikel und Langsamdreher, da bei längerer Verweildauer ein höherer Anteil an der im Lager verbrauchten Energie diesen Waren oder Produkten zuzurechnen ist. Zur Berechnung des Energiebedarfs von Transporten wurden entweder konkrete Standorte (z.B. von Lieferanten) ausgewählt oder die für die jeweils betrachtete Supply Chain branchenüblichen Transportentfernungen innerhalb Europas herangezogen. Generell erfolgte die Abgrenzung derart, dass die Ergebnisse sich auf durchschnittliche innereuropäische Lieferketten für Fertigprodukte beziehen.

Die Transportweitenberechnung erfolgte anhand von Routenplanungssystemen, wobei neben den Gesamtkilometern auch die Wegegliederung nach Teilstrecken auf Autobahnen, Überlandstraßen und im Stadtverkehr berücksichtigt wurden. Für die Referenztransporte wurden die konkreten Strecken zwischen Produktionsstätte und Zentrallager, zwischen Zentrallager und Regionallager oder zwischen Lager und Empfangsort modelliert. Anhand der Modelldaten für Strecken und Entfernungen und mit realen Fahrzeugverbrauchsdaten wurde der Gesamtenergieverbrauch des Fahrzeugs für die jeweiligen Strecken berechnet. Um eine durchgängige Betrachtungseinheit über alle Untersuchungsbereiche verfügbar zu haben, wurde der Treibstoffverbrauch von Litern in Kilowattstunden umgerechnet. Bei der Kalkulation von Energieverbrauchswerten im Eisenbahngüterverkehr konnten Referenzwerte aus entsprechenden Studien herangezogen werden. Durch dieses Vorgehen lagen somit alle Daten zum Endenergieverbrauch im Transport und damit zu den Tank-to-Wheel Energieverbräuchen durchgängig in der Einheit kWh vor (Abbildung 2).

Diese Systematik kann nun auf beispielhaft ausgewählte Standort- und Liefernetzwerke angewandt werden und liefert als Ergebnis absolute Energieverbrauchsdaten (in kWh). Dem methodischen Ansatz folgend, können daraus grobe Benchmarks für den Energieverbrauch einer Einheit (Palette oder Kilogramm) berechnet werden, welche zur besseren Vergleichbarkeit je zurückgelegtem Kilometer in der Lieferkette herangezogen werden (unter Berücksichtigung der anteiligen Energieverbräuche durch Gebäude und Prozesse an den Lager-

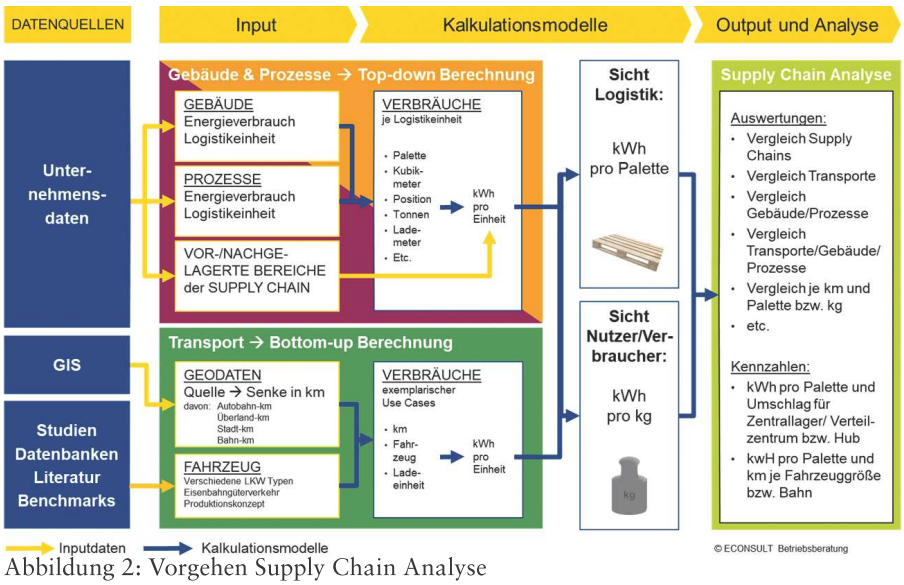

Abbildung 2: Vorgehen Supply Chain Analyse

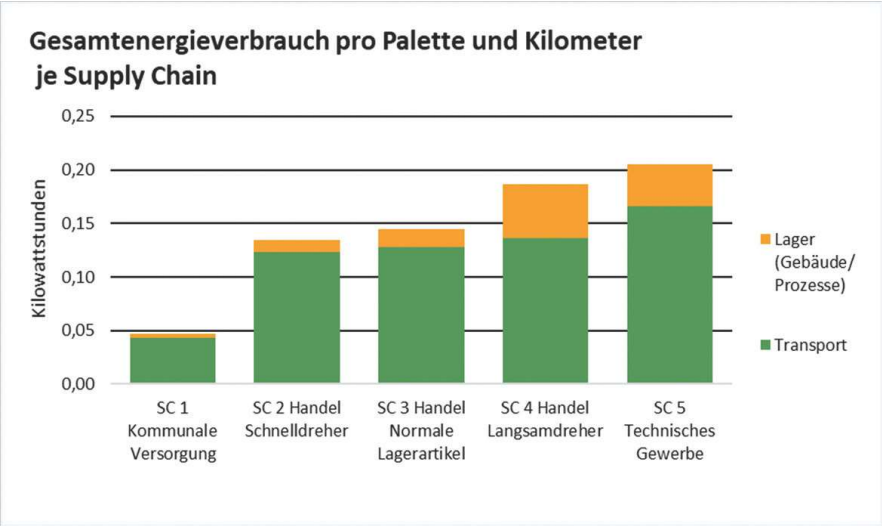

Abbildung 3: Gesamtenergieverbrauch pro Palette und Kilometer je Supply Chain

und Umschlagpunkten). Der gesamte Energieverbrauch für Gebäude, Prozesse und Transporte einer Palette pro Kilometer in der Supply Chain reicht von knapp 0,05 kWh bis etwas über 0,2 kWh, der Energiebedarf unterscheidet sich somit zwischen der Supply Chain 1 (am Beispiel Schüttgut mit Bahn-Hauptlauf) und der Supply Chain 5 (am Beispiel Stückgut mit städtischer Feinverteilung) um den Faktor 4 (Abbildung 3).

lten Supply Chains unterscheiden sich nicht nur durch die transportierten Güter, sondern auch hinsichtlich anderer relevanter Faktoren und Parameter, welche Einfluss auf den Energieverbrauch haben. Wie die Einzelbetrachtungen zeigen, bewegt sich der Anteil des Energieverbrauchs von Gebäuden und Prozessen am Gesamtverbrauch in einer Bandbreite zwischen rund 10 % und 25 %. Die zurückgelegte Transportentfernung kann auf Basis der untersuchten Beispiele als der wesentliche Einflussfaktor für den Gesamtenergieverbrauch innerhalb von Lieferketten betrachtet werden. Mit der Entfernung steigt annähernd proportional der Gesamtenergieverbrauch, basierend auf dem großen Anteil des Transports mit 75 % bis 90 %.

Bei der Betrachtung des Energieaufwands für den Transport je Teilstrecke und Supply Chain ist zu erkennen, dass die letzte Teilstrecke (Last Mile) mit ca. 5 % - 30 % einen sehr unterschiedlichen Anteil am Gesamtaufwand haben kann. Im Berechnungsmodell wurden die Spezifika der letzten Meile mit teilweise kleineren Fahrzeugen, geringeren Konsolidierungs- und Bündelungsmöglichkeiten und ungünstigeren Fahrsituationen mit höherem Kraftstoffverbrauch (Stop-and-Go-Verkehre) in Stadtgebieten berücksichtigt. Dadurch ergibt sich, bezogen auf die Kilometer, ein in Relation höherer Anteil, aufgrund der langen internationalen Transportketten insgesamt, mit 500 km bis 1.000 km, bleibt der Anteil der Last Mile in der Gesamtbetrachtung jedoch beim Beispiel einer mehrstufigen Transportkette im Non-Food-Bereich bei 6 % (SC 1) bis 13 % (SC 2) (Abbildung 4).

Die Studienergebnisse liefern konkrete Daten und Benchmarks: Eine Palette mit Handelswaren in einer Lieferkette quer durch Europa benötigt etwa 100 kWh Energie. Zum Vergleich, mit 1 kWh kann man 50 Tassen Kaffee kochen, 4 Stunden fernsehen oder 1 Mal die Waschmaschine laufen lassen. Ein Haushalt in Österreich verbraucht pro Jahr um die 4.000 kWh. Die Dimensionen, wieviel Energie in unseren Lieferketten steckt, sind damit sehr greifbar veranschaulicht. Kommen die Produkte und Waren per Containerschiff aus Asien, erhöht sich der Energiebedarf je Palette etwa um das Dreifache.

Die Zielsetzung ist es, die wesentlichen Bereiche im Energieverbrauch zu identifizieren, um dort mit Einsparungsmaßnahmen anzusetzen, wo der Hebel am größten ist – dies ist eindeutig beim Transport der Fall. Bei den Gebäuden und den dort stattfindenden Prozessen liegt das Potenzial für Einsparungen vorrangig in den Bereichen Beleuchtung, Heizung, Kühlung und den eingesetzten Automatisierungstechnologien. Im Transportbereich ist der Großteil der Verkehrsleistung grenzüberschreitender Langstreckenverkehr, hier zählt jeder Prozentpunkt, der zur Optimierung beiträgt. Unternehmen haben vor allem mit lokalem oder regionalem Sourcing, also der Beschaffung über kürzere Entfernungen, eine Möglichkeit, Supply Chains energieeffizienter zu gestalten, denn der Energiebedarf ist auch weiterhin direkt abhängig von der Transportentfernung – und das unabhängig vom eingesetzten Energieträger.

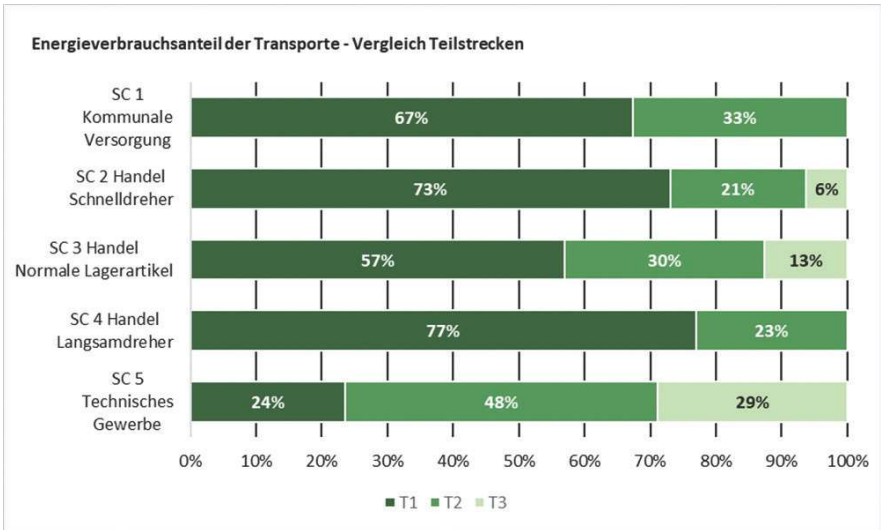

Abbildung 4: Energieverbrauchsanteil der Transporte - Vergleich Teilstrecken T1, T2, T3

Quellen:

BMK - Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (Hrsg.): Energiebedarf in Lieferketten, Wien 2022, Online unter: https://www.bmk.gv.at/themen/mobilitaet/transport/publikationen/energiebedarf-in-lieferketten.html
BMK (Hrsg.): Energie in Österreich – Zahlen, Daten, Fakten, Wien 2020, S. 7 ff.
bmk.gv.at/themen/mobilitaet/transport/gueterverkehrslogistik.html vom 22.11.2021
de.statista.com/statistik/daten/studie/1066549/umfrage/logistikkosten-im-verhaeltnis-zum-bip-in-ausgewaehlten-laendern/ vom 25.11.2021
Statistik Austria, Verkehrsstatistik 2020, Wien 2021, S. 22
wirtschaftswissen.de/einkauf-produktion-logistik/logistik/energiefresser-ausschalten-energiekosten-senken-energieeffizienz-steigern-in-der-logistik/ vom 21.11.2021
Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart (Hrsg.): Energie und Energieeffizienz im Überblick, Leitfaden für Logistikbetriebe, Stuttgart 2019, S. 28
eha.net/blog/details/energieeffizienz-fuer-logistik-unternehmen-kostenfaktor-energie.html vom 21.11.2021

AutorInnen:

Mag. Jürgen Schrampf, Geschäftsführender Gesellschafter, ECONSULT Betriebsberatungsges.m.b.H.
Mag. Jürgen Schrampf ist Geschäftsführender Gesellschafter der ECONSULT Betriebsberatungsges.m.b.H. Neben Beratungs- und Planungsprojekten werden im Rahmen des von ihm geleiteten Competence Centers „Public Projects“ Studien sowie Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu sämtlichen Themenstellungen rund um Logistik und Güterverkehr durchgeführt, beispielsweise in den Bereichen Urbane Logistik, Last Mile, KEP-Logistik, Zero-Emission-Güterverkehr, Eisenbahngüterverkehr und Kombinierter Verkehr. Den Logistiksektor unterstützt er zusätzlich in seiner ehrenamtlichen Funktion als Vizepräsident der BVL Bundesvereinigung Logistik Österreich.

Mag. Gerda Hartmann, Senior Consultant, ECONSULT Betriebsberatungsges.m.b.H.
Mag. Gerda Hartmann ist Senior Consultant bei der ECONSULT Betriebsberatungsges.m.b.H. und als Projektleiterin im Bereich Innovation, Forschung und Entwicklung tätig. Sie betreut die Erstellung von Studien zu diversen Themenstellungen im Bereich Logistik und begleitet Pilotprojekte und Demonstrationsvorhaben mit Praxispartnern.

Mag- Jürgen Schrampf
Geschäftsführender Gesellschafter ECONSULT

Mag. Gerda Hartmann