

## Rentabilität der Rohmilchkonzentration im Milcheinzugsgebiet bei unterschiedlichen Transportentfernungen

### Transportfahrtenreduzierung durch Rohmilchkonzentration

Michael Schmid<sup>1</sup>, Heinz Bernhardt<sup>1</sup>

**Abstract:** Dieser Beitrag befasst sich mit der Rohmilchlogistik, deren Rohmilchkonzentration als Verfahrenskonsequenz der Umkehrosmose resultiert, und untersucht deren ökonomisches und ökologisches Optimierungspotenzial. Deshalb werden die Vollkosten und Treibhausgasemissionen der Milchlogistik für verschiedene Entfernungsdistanzen, jeweils mit und ohne Konzentration der Rohmilch in einem Milcheinzugsgebiet ermittelt. Dazu werden die Kosten der Rohmilchlogistik für vier verschiedene Entfernungsszenarien zwischen Milcheinzugsgebiet und Molkerei mit Hilfe der Vollkostenkalkulation jeweils mit und ohne Konzentration der Rohmilch durch Umkehrosmose erhoben. Die Konzentration der Rohmilch basierend auf einer stationären Konzentrationsanlage im Milcheinzugsgebiet ist aus betriebswirtschaftlicher Perspektive ab einer Distanz von 383 km zwischen Milcheinzugsgebiet und Molkerei rentabel. Somit liefert die Rohmilchkonzentration einen logistischen Optimierungsvorsprung für die zunehmenden Entfernungen zwischen Milcheinzugsgebiet und Molkerei im Rahmen des Strukturwandels in der Wertschöpfungskette Milch.

**Keywords:** Strukturwandel; Rohmilchkonzentration; CO<sub>2</sub>-Optimierungspotenzial; Ökonomisches Optimierungspotenzial.

## 1 Einleitung

Die Wertschöpfungskette Milch liefert in Deutschland einen wichtigen Beitrag zur Stärkung des ländlichen Raumes im Sinne von verfügbaren Arbeitsplätzen und Pflege der Kulturlandschaft. Dabei hat der Strukturwandel aufgrund des technischen Fortschrittes in den letzten Jahren weiter zugenommen, so dass die Anzahl an Milchviehhältern in Deutschland deutlich abgenommen hat, während sich die durchschnittlich erzeugte Milch pro Milcherzeuger erhöht hat [NBT13]. Daneben ist bei den Milcherzeugern eine regionale Konzentration auf einzelne „Gunstandorte“ zu beobachten, an denen sich die Milch am billigsten und damit wettbewerbsfähigsten produzieren lässt [LIF08]. Darüber hinaus hat sich auch bei den Milch verarbeitenden Unternehmen der Strukturwandel und damit der Konzentrations- und Konsolidierungsprozess in den letzten Jahren fortgesetzt. Dieser Konzentrationsprozess bei den Milcherzeugern und Milch verarbeitenden Unternehmen führt zu steigenden

---

<sup>1</sup> Chair of Agricultural Systems Engineering/Technical University of Munich, Am Staudengarten 2, 85354 Freising-Weihenstephan, Germany, michael.schmid, heinz.bernhardt@wzw.tum.de

Transportdistanzen der Rohmilch zwischen Milcheinzugsgebiet und Molkerei, so dass die Optimierung der Milchlogistik zunehmende Beachtung gewinnt [BM17].

Neben der Optimierung der verfahrensartabhängigen Milchlogistikketten bietet der technische Fortschritt im Bereich der Milchtechnologie Möglichkeiten der Konzentration von Rohmilch [SWB18a, SWB18b]. Wird diese im Molkereibereich bereits weitverbreitete Technologie in einer stationären Konzentrationsanlage im Milcheinzugsgebiet durchgeführt, kann die Anzahl an Milchtransportfahrten vom Milcheinzugsgebiet zur Molkerei reduziert werden. Zur Konzentration wird die Technologie der Umkehrosmose angewendet. Dabei handelt es sich um ein Filtrationsverfahren, bei dem sämtliche Feststoffe einer Flüssigkeit konzentriert werden. Demnach wird Umkehrosmose unter Verwendung einer technischen Anlage durchgeführt, bei der die Rohmilch mit Druck gegen eine sehr dichte Membran gedrückt wird, die nur Wasser passieren kann. Bei diesem Verfahrensschritt bleiben die Feststoffe einer Flüssigkeit zurück, die als Retentat bezeichnet werden. Der bei diesem Verfahren angewendete Druck muss größer sein als der osmotische Druck der Flüssigkeit in Abhängigkeit der verwendeten Membran. So kann bei der Rohmilch der Trockenmassegehalt von 12,5 % mittels Umkehrosmose zu einem Vollmilchkonzentrat von 34,0 % Trockenmasse erhöht werden [ZBP11].

Deshalb soll zur richtigen Strategieformulierung Milch verarbeitender Unternehmen bei steigenden Transportdistanzen zwischen Milcheinzugsgebiet und Milch verarbeitenden Unternehmen im Rahmen dieses Beitrages das logistische Einsparpotenzial der stationären Milchkonzentration im Milcheinzugsgebiet bei unterschiedlichen Transportdistanzen zwischen Milcheinzugsgebiet und Molkerei erhoben werden. Dabei stellt sich insbesondere die Frage, ab welcher Distanz zwischen Milcheinzugsgebiet und Molkerei die stationäre Konzentration der Rohmilch aus ökonomischer und ökologischer Perspektive im Milcheinzugsgebiet sinnvoll ist.

## **2 Material und Methoden**

Das im Rahmen dieses Beitrages betrachtete Milcheinzugsgebiet besteht aus 80 Milcherzeugern mit einer durchschnittlichen Milchmenge von 2.200 kg/Milcherzeuger und Abholintervall. Deshalb müssen pro Abholintervall 176.000 kg Milch erfasst und zur Molkerei transportiert werden. Dabei beträgt die durchschnittliche Distanz zwischen den einzelnen Milcherzeugern 4,1 km. Zum ökonomischen Vergleich werden die Vollkosten exemplarisch für vier verschiedene Distanzen des beschriebenen Milcheinzugsgebietes zur Molkerei erhoben. Darüber hinaus erfolgt eine spezifische Bewertung der Treibhausgasemissionen in CO<sub>2</sub>-Äquivalent sowohl ohne Konzentration der Rohmilch (A) im Milcheinzugsgebiet, als auch mit einer Konzentration der Rohmilch (B) im Milcheinzugsgebiet. Nachfolgende Tabelle 1 veranschaulicht anhand einer Szenarienmatrix die evaluierten Szenarien.

	<b>Ohne Konzentration (A)</b>	<b>Mit Konzentration (B)</b>
Transportdistanz I (100 km)	AI	BI
Transportdistanz II (200 km)	AII	BII
Transportdistanz III (300 km)	AIII	BIII
Transportdistanz IV (400 km)	AIV	BIV

Tab. 1: Szenarienmatrix zwischen der Bearbeitung der Rohmilch im Milcheinzugsgebiet und unterschiedlichen Transportdistanzen zwischen Milcheinzugsgebiet und Molkerei

Die Bewertung aller Szenarien erfolgt für ein 48-h-Abholintervall. Als Verfahrensvariante für die betrachteten Szenarien wird die Verfahrensvariante Vierachser-LKW und Milchtransportaufleger gebrochen zu Grunde gelegt. Im Szenario A ohne Konzentration der Rohmilch erfasst der Vierachser solo Milch bei den Milcherzeugern, die an einem zentralen Punkt im Milcheinzugsgebiet in den Milchtransportaufleger umgepumpt wird. Jedoch muss bei dieser Verfahrensvariante sichergestellt werden, dass der Vierachser solo mindestens einmal während des Abholintervalls aus Reinigungsgründen zur Molkerei zurückkehrt. Dabei beträgt die Nutzlast des Vierachser-LKW solo 17,2 t und die des Milchtransportauflegers 28,0 t. Zur ökonomischen Bewertung der spezifischen Vollkosten wird die Methode der Vollkostenrechnung angewendet, die sich systematisch an den einzelnen Verfahrensschritten der Milchlogistik orientiert [SWB18b]. Die verwendete Methode der Treibhausgasbilanzierung fußt auf dem „Well-to-Wheel-Ansatz“ [SWB18a].

Bei den distanzabhängigen Szenarien mit Konzentration der Rohmilch wird angenommen, dass an einem zentral gelegenen Punkt im Milcheinzugsgebiet eine Rohmilchkonzentrationsanlage steht. Im Modell im Szenario B mit Konzentration wird zugrunde gelegt, dass der Vierachser solo die Milch bei den Milcherzeugern erfasst und zur zentral gelegenen stationären Konzentrationsanlage transportiert. Nach der Konzentration der Rohmilch von 12,5 % Trockenmasse auf 34 % Trockenmasse wird die Milch von der Konzentrationsanlage per Milchtransportaufleger zur Molkerei befördert. Die Vollkosten und Treibhausgasemissionen der Milchkonzentration sind aus Veröffentlichungen von Zucker et al. [ZBP11] und Verge et al. [VMD13] entnommen. Im Unterschied zum Szenario A fährt im Szenario B der Vierachser solo während des Abholintervalls nicht zur Molkerei zurück, da auch bei der im Milcheinzugsgebiet gelegenen Konzentrationsanlage eine Reinigungsmöglichkeit besteht.

### 3 Ergebnis und Diskussion

Die spezifischen distanzabhängigen Vollkosten zeigt nachfolgende Abbildung 1 für die Szenarien mit und ohne Konzentration der Rohmilch im Milcheinzugsgebiet.

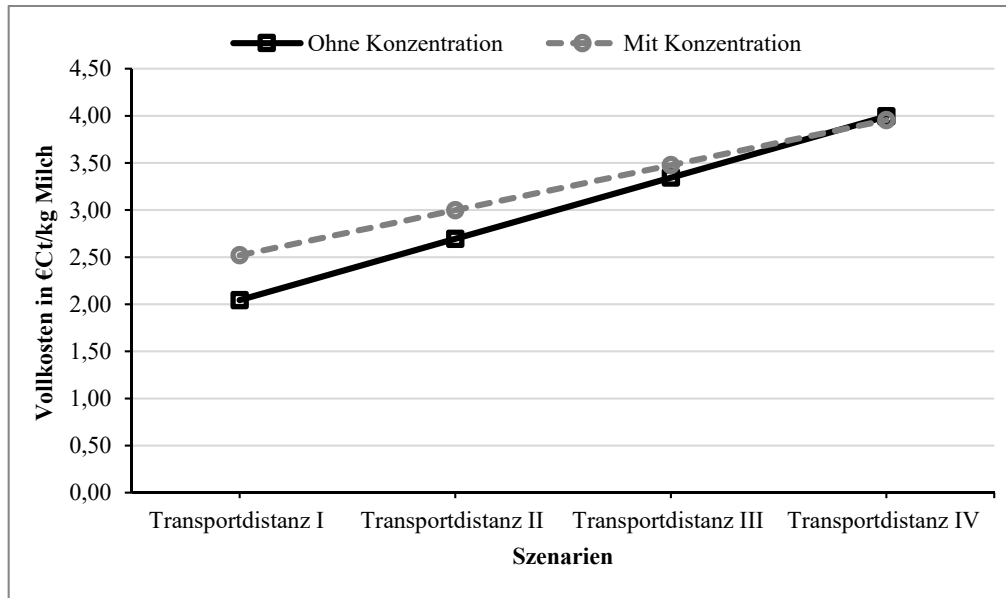


Abb. 1: Vollkosten der Milchlogistik für verschiedene Transportdistanzen zwischen Molkerei und Milcheinzugsgebiet ohne Konzentration der Rohmilch im Milcheinzugsgebiet (schwarz) und mit Konzentration der Rohmilch im Milcheinzugsgebiet (grau)

Die Vollkosten der Milchlogistik variieren im Szenario A, ohne Konzentration der Rohmilch im Milcheinzugsgebiet, von 2,05 €Ct/kg bei Transportdistanz I bis zu 4,00 €Ct/kg bei Transportdistanz IV. Somit steigen die Vollkosten der Milchlogistik mit zunehmender Distanz zwischen Milcheinzugsgebiet und Molkerei, weil die Vollkosten proportional mit der Distanzerhöhung zunehmen. Bei den Szenarien mit Konzentration der Rohmilch im Szenario B reichen die Vollkosten der Milchlogistik von 2,52 €Ct/kg bei der Transportdistanz I bis zu 3,96 €Ct/kg Milch in Transportdistanz IV. Dabei steigen die Vollkosten der Milchlogistik ebenfalls mit Zunahme der Transportdistanz.

Der Vergleich der Szenarien mit und ohne Konzentration der Rohmilch im Milcheinzugsgebiet zeigt, dass im betrachteten Szenario der Einsatz einer stationären Konzentrationsanlage im Milcheinzugsgebiet erst ab einer Distanz von 383 km zwischen Milcheinzugsgebiet und Molkerei ökonomisch gerechtfertigt ist. Somit können bei der betrachteten Transportdistanz IV aus Sicht einer Molkerei durch den Einsatz einer stationären Milchkonzentrationsanlage im Milcheinzugsgebiet 0,04 €Ct/kg und damit 70,07 € während des Abholintervalls eingespart werden. Die Rentabilität der Rohmilchkonzentration mit einer hohen Transportentfernung ist dadurch begründet, dass die Transportfahrtenreduktion von 27 % im Szenario B die Vollkosten der Rohmilchkonzentration von 0,7 €Ct/kg Milch erst ab einer Distanz von 383 km amortisiert.

Bei den distanzabhängigen Szenarien ohne Konzentration der Rohmilch im Milcheinzugsgebiet differieren die spezifischen Treibhausgasemissionen von 18,25 g CO<sub>2</sub>/kg

Milch im Szenario AI bis zu 40,07 g CO<sub>2</sub>/kg Milch im Szenario AIV. Daneben variieren die spezifischen Treibhausgasemissionen der Logistik bei den Szenarien mit Konzentration der Rohmilch von 19,81 g CO<sub>2</sub>/kg Milch im Szenario BI bis zu 34,16 g CO<sub>2</sub>/kg Milch im Szenario BIV. Somit ist basierend auf der Bewertung der Treibhausgasemissionen die Konzentration der Rohmilch in einer stationären Konzentrationsanlage im Milcheinzugsgebiet ab einer Distanz von 158 km zwischen Milcheinzugsgebiet und Molkerei ökologisch gerechtfertigt.

Damit liegt die Distanz, ab der die Konzentration der Rohmilch im Milcheinzugsgebiet vor dem Hintergrund der Treibhausgasemissionsreduzierung rentabel ist, unter der betriebswirtschaftlich begründeten Distanz. Diese große Differenz wird dadurch begründet, dass die spezifischen CO<sub>2</sub>-Treibhausgasemissionen durch die Konzentration in Relation zu den spezifischen Treibhausgasemissionen niedriger sind als die verursachten Vollkosten der Konzentration in Relation zu den Vollkosten der Logistik.

#### 4 Fazit

Dieser Beitrag analysiert die Rentabilität der Rohmilchkonzentration bei unterschiedlichen Transportdistanzen zwischen Milcheinzugsgebiet und Molkerei. Dabei ist aus betriebswirtschaftlicher Sicht die stationäre Konzentration der Rohmilch im Milcheinzugsgebiet ab einer Distanz von 383 km zwischen Milcheinzugsgebiet und Molkerei gerechtfertigt. Aus der Perspektive der Reduzierung der Treibhausgasemissionen beträgt diese Distanz 158 km.

Somit kann die Konzentration von Rohmilch mittels Umkehrosmose in einer stationären Konzentrationsanlage im Milcheinzugsgebiet einen betriebswirtschaftlich und ökologisch begründeten Lösungsansatz vor dem Hintergrund des fortlaufenden Strukturwandels in der Wertschöpfungskette Milch schaffen.

#### Literaturverzeichnis

- [Bm17] BMEL: Milchbericht 2017 des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft. Berlin, 2017.
- [LIF08] Lassen, B.; Isermeyer, F.; Friedrich, C.: Milchproduktion im Übergang – eine Analyse von regionalen Potenzialen und Gestaltungsspielräumen. Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie. Braunschweig, 2008.
- [NBT13] Nier, S.; Bäurle, H.; Tamasy, C.: Die deutsche Milchwirtschaft im Strukturwandel. Institut für Strukturforchung und Planung in agrarischen Intensivgebieten, Vechta, 2013.
- [SWB18a] Schmid, M.; Wörz, S.; Bernhardt, H. (2018a): Economic comparison and carbon emissions of payload optimized milk logistic chains. In: New engineering concepts for a valued agriculture, AgEng Conference 2018, Wageningen, 2018a.
- [SWB18b] Schmid, M.; Wörz, S.; Bernhardt, H.: Kalkulationsrechnung für ein optimales Milch Supply Chain Management. In: 21. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium: Arbeit in der digitalen Transformation, S. 186-195, 2018b.

- [SWB18c] Schmid, M.; Wörz, S.; Bernhardt, H.: Vergleich von Verfahrensvarianten einer Milchlogistikette zwischen Milcherzeuger und Molkerei. In: Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft, S. 219-222, 2018c.
- [VMD13] Verge, X. P. C.; Maxime, D.; Dyer, J. A.; Desjardins, R. L.; Arcand, Y.; Vanderzaag, A.: Carbon footprint of Canadian dairy products: Calculations and Issues. In: Journal of Dairy Science (96), S. 6091-6104, 2013.
- [ZBP11] Zucker, G.; Blumenstock, S.; Paar, S.: Sinnvoll Aufkonzentrieren – aber wie? Ein Anwendungsvergleich von Umkehrosmose und Eindampfung. In: DMW – Die Milchwirtschaft 2 (19), S. 652-653, 2011.