

# Ergebnisse zum Elektroenergieverbrauch in industriemäßigen Anlagen der Kälber- und Jungrinderaufzucht und der Milchproduktion

Dr. agr. H. Balzer/Dipl.-Ing. Carola Staschok, Institut für Rinderproduktion Iden-Rohrbeck der AdL der DDR

## 1. Einleitung

Die konsequente Verwirklichung der auf dem X. Parteitag der SED beschlossenen ökonomischen Strategie der 80er Jahre erfordert, in allen Bereichen der Volkswirtschaft einen sparsamen Umgang mit Material und Energieträgern zu gewährleisten. Daraus leitet sich für den Zweig Rinderproduktion die Aufgabenstellung ab, in den Ställen und Anlagen durch die Anwendung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts und

durch die Aufdeckung und Beseitigung von Verlustquellen die eingesetzten Bezugsgüter ertragswirksamer zu machen. In den industriemäßigen Ställen und Anlagen der Rinderproduktion sind günstige Ansatzpunkte zu verzeichnen, den Elektro- und Wärmeenergieverbrauch weiter zu senken. Hierfür ist die Kenntnis über den täglichen Verbrauch und über den Anteil der entscheidenden Verbraucher eine wesentliche Voraussetzung.

Die Ergebnisse dieses Beitrags verdeutlichen Möglichkeiten, wie in industriemäßigen Anlagen der Kälber- und Jungrinderaufzucht und der Milchproduktion der Elektroenergieverbrauch weiter verringert werden kann.

## 2. Analysenergebnisse und Richtwerte

In nach Angebotsprojekten (AP) errichteten Anlagen der Kälber- und Jungrinderaufzucht (KAA und JRA) sowie der Milchproduktion (MPA) wurden für den Zeitraum 1977 bis 1982 Analysen zum jährlichen Elektro- und Wärmeenergieverbrauch mit der Zielstellung durchgeführt, entsprechende Richtwerte aus den Analysenergebnissen abzuleiten. Die in den Tafeln 1 und 2 ausgewiesenen Richtwerte entsprechen den progressiven Mittelwerten ( $\bar{x}$ ). Diese Methode der Richtwertbildung hat sich für andere Aufwands- und Ergebniskennzahlen bewährt und ist mathematisch begründet [1, 2]. Der progressive Mittelwert berücksichtigt die Reproduktionsbedingungen, orientiert auf die Nutzung der besten Erfahrungen und ist reproduzierbar.

## 3. Messungen zum täglichen Elektroenergieverbrauch in ausgewählten Rinderanlagen

### 3.1. Methode der Messungen

Für folgende nach AP errichtete Rinderanlagen wurde der tägliche Elektroenergieverbrauch für die Gesamtanlage sowie für weitere entscheidende Verbraucher – Stalllüftung und Stallbeleuchtung – gemessen:

- Anlage A: KAA 1600
  - Anlage B: JRA 4480
  - Anlage C: JRA 4480
  - Anlage D: MPA 1930 mit Hochsilo
  - Anlage E: MPA 1930 ohne Hochsilo.
- Für die Auswahl der Rinderanlagen waren nachfolgende Kriterien von Bedeutung:
- erzielte beispielgebende Einsparung von Elektroenergie im Verlauf mehrerer Jahre bis 1980 (Analysenergebnisse)
  - Bereitschaft zur Durchführung von Messungen einschließlich aktiver Unterstützung bei der Installation der Meßgeräte und bei der Meßwerterfassung.

Tafel 1. Analysenergebnisse und Richtwerte für den jährlichen Elektroenergieverbrauch der nach Angebotsprojekten errichteten Rinderproduktionsanlagen

AP-Lösung	n	Elektroenergieverbrauch in kWh/a · Tpl				Richtwert für den Zeitraum	
		$\bar{x}$	Minimum	Maximum	1984	1985/86	
KAA 1600	10	372,8	302,6	411,9	350,0	335,0	
KAA 3200	16	359,1	210,5	507,2	300,0	240,0	
JRA 4200	22	305,0	198,7	397,8	280,0	250,0	
JRA 4480	27	247,3	170,4	310,5	215,0	200,0	
MPA 1232							
– mit HS, ohne Weide	63	803,0	516,1	1 606,3	705,0	600,0	
– ohne HS, ohne Weide	12	717,0	562,3	857,6	660,0	620,0	
– mit HS, mit Weide	14	563,2	372,7	770,3	480,0	440,0	
MPA 1930							
– mit HS	155	727,7	486,1	1 087,4	620,0	575,0	
– ohne HS	30	550,0	301,2	911,2	445,0	445,0	

HS Hochsilo

Tafel 2. Analysenergebnisse und Richtwerte für den jährlichen Wärmeenergieverbrauch der nach Angebotsprojekten errichteten Rinderproduktionsanlagen

AP-Lösung	n	Wärmeenergieverbrauch in MJ/a · Tpl			Richtwert für den Zeitraum	
		$\bar{x}$	Minimum	Maximum	1984	1985/86
KAA 1600	9	1 825	718	3 254	1 300	850
KAA 3200	9	1 652	832	2 906	1 150	700
JRA 4200	17	694	448	1 166	550	500
JRA 4480	19	551	378	879	500	400
MPA 1232						
– mit Wärmeenergie rückgewinnung	13	2 323	1 295	2 859	2 050	2 000
– ohne Wärmeenergie rückgewinnung	29	3 303	1 936	5 880	2 750	2 450
MPA 1930						
– mit Wärmeenergie rückgewinnung	24	2 280	1 721	2 944	2 050	2 050
– ohne Wärmeenergie rückgewinnung	96	3 589	1 916	6 603	2 950	2 650

Tafel 3. Mittlerer täglicher Elektroenergieverbrauch der Gesamtanlage und Anteil einzelner Verbraucher in ausgewählten Rinderanlagen (Jahresdurchschnitt)

Verbraucher	Anlage A KAA 1600		Anlage B JRA 4480		Anlage C JRA 4480		Anlage D MPA 1930 mit HS		Anlage E MPA 1930 ohne HS	
	vor Umstellung der Lüftungsanlage kWh/d	rel.	nach Umstellung der Lüftungsanlage kWh/d	rel.	kWh/d	rel.	kWh/d	rel.	kWh/d	rel.
Gesamtanlage	1 698,1	100	1 062,4	100	880,1	100	2 523,7	100	2 461,1	100
Stalllüftung	1 157,4	68,2	612,0	57,6	569,8	64,7	1 629,4	64,6	246,1	10
Stallbeleuchtung	90,1	5,3	90,1	8,5	101,1	11,5	87,1	3,5	282,4	11,5
Milchtränkeaufbereitung	149,0	8,8	149,0	14,0	–	–	–	–	–	–
sonstige Verbraucher	301,6	17,7	211,3	19,9	209,2	23,8	807,2	31,9	1 932,6	78,5
errechneter durchschnittlicher jährlicher Elektroenergieverbrauch der Gesamtanlage in kWh/a · Tpl	387	–	242	–	72	–	206	–	465	–

Tafel 4. Mittlerer täglicher Elektroenergieverbrauch der Gesamtanlage und einzelner Verbraucher in Abhängigkeit von den Jahreszeiten in den ausgewählten Rinderanlagen in kWh

	Anlage A KAA 1600		Anlage B JRA 4480	Anlage C JRA 4480	Anlage D MPA 1930 mit HS	Anlage E MPA 1930 ohne HS
	vor Umstellung der Lüftungsanlage	nach				
<b>Gesamtanlage</b>						
Jahr	1 698,1	1 062,4	880,1	2 523,7	2 461,1	1 595,0
Wi	1 706,9	1 121,9	1 086,5	3 229,3	2 480,1	1 725,7
Üb	1 736,4	1 044,8	908,0	2 759,4	2 332,9	1 525,9
So	1 649,8	1 021,7	727,0	2 022,1	2 570,3	1 587,2
<b>Stalllüftung</b>						
Jahr	1 157,4	612,0	569,8	1 629,4	246,1	261,6
Wi	1 048,8	579,5	584,2	2 016,3	229,9	169,5
Üb	1 214,8	606,7	562,2	1 760,0	223,5	207,7
So	1 233,8	649,0	568,7	1 390,1	280,7	365,9
<b>Stallbeleuchtung</b>						
Jahr	90,1	90,1	101,1	87,1	282,4	—
Wi	96,5	96,5	169,1	177,6	341,0	—
Üb	97,4	97,4	126,0	114,0	298,5	—
So	76,5	76,5	34,9	33,9	221,7	—

Wi Winterperiode: Dezember, Januar, Februar  
 Üb Übergangsperiode: März, April, Oktober, November  
 So Sommerperiode: Mai bis September

Für die Messung des täglichen Elektroenergieverbrauchs wurde jeweils der in der Transformatorenanlage installierte Elektroenergiezähler des zuständigen Energiekombinats genutzt. Zur Erfassung des Elektroenergieverbrauchs für einzelne Verbraucher wurden Zwischenzähler installiert. Der tägliche Elektroenergieverbrauch wurde erfaßt, indem an den festgelegten Meßstellen die Zähler täglich zur gleichen Tageszeit durch Beauftragte der Rinderanlagen abgelesen wurden. Die Dauer der durchgeführten Messungen betrug in jeder Rinderanlage mindestens 13 Monate.

### 3.2. Ergebnisse

#### Anlage A: KAA 1600

Im Meßzeitraum wurde durch einen Austausch der zwei projektierten Lüfter in der zentralen Zuluftanlage des K2/K3-Bereichs der Anschlußwert  $P_A$  um 45 kW verringert. Dadurch wurden für die Stalllüftung täglich 545,4 kWh eingespart (Tafel 3). Diese Einsparung schlägt sich im Gesamtverbrauch der Anlage nieder. Sowohl vor als auch nach der Umstellung der Lüftungsanlage hat die Stalllüftung mit 68,2% bzw. 57,6% den größten Anteil am Elektroenergieverbrauch. Die Milchtränkeaufbereitung ist mit 149,0 kWh/d der zweitgrößte Verbraucher. Der durchschnittliche Elektroenergieverbrauch für die Stallbeleuchtung beträgt 90,1 kWh/d.

Nach der Umstellung der Lüftungsanlage kann für den Elektroenergieverbrauch der Gesamtanlage eine jahreszeitliche Abhängigkeit nachgewiesen werden (Tafel 4). Die Differenzen zwischen den einzelnen Jahresperioden sind signifikant. Bei der Stalllüftung besteht ebenfalls Signifikanz hinsichtlich der Differenzen zwischen den Jahresperioden. Mit Ausnahme der Stallbeleuchtung besteht kein Einfluß der Arbeitstage (Montag bis Freitag) und der Wochenenden (Sonabend, Sonntage und gesetzliche Feiertage, die auf einen Arbeitstag fallen) auf den täglichen Elektroenergieverbrauch.

#### Anlagen B und C: JRA 4480

Der Elektroenergieverbrauch der Anlage B für die Gesamtanlage sowie für die Stalllüftung beträgt nur rd. 35% des jeweiligen Verbrauchs der Anlage C (Tafel 3). Diese niedrigen Elektroenergieverbrauchswerte der Anlage B werden in erster Linie durch das veränderte Lüftungssystem erreicht. Wie bereits

in [3] beschrieben, ist in dieser JRA die Zuluftanlage des SL-70-Systems außer Betrieb gesetzt und demontiert worden. Die Stalllüftung erfolgt in Kombination von freier Lüftung und unterfluriger Frischluftzuführung. Die durchgeführten Stallklimaprüfungen haben ergeben, daß durch elektroenergiesparende Stalllüftung in der Anlage B gleiche Klimabedingungen geschaffen werden wie in der Anlage C, in der die Stalllüftung durch eine SL-70-Anlage erfolgt. Die Ergebnisse in Tafel 3 zeigen weiterhin, daß die Anlage A auch bei den übrigen Verbrauchern einen sparsamen Elektroenergieeinsatz durchsetzt. Die Anlage C unterbietet bei projektmäßiger Bewirtschaftung durch die Realisierung energiesparender Maßnahmen bereits den für JRA 4480 festgelegten Richtwert von 215 kWh/a · Tpl (s. Tafeln 1 und 3). Im Vergleich dazu ist es in der Anlage B während der letzten Jahre gelungen, durch die ent-

scheidende Veränderung der Stalllüftung und den verantwortungsbewußten Elektroenergieeinsatz in allen Anlagenbereichen den jährlichen Elektroenergieverbrauch auf 72 kWh/a · Tpl zu senken. Der Jahresgang des täglichen Elektroenergieverbrauchs der Gesamtanlage wird in beiden JRA im wesentlichen durch den sommerlichen Weidegang eines Teils des Jungrinderbestands bestimmt (Bild 1).

Das schlägt sich auch in dem mittleren täglichen Elektroenergieverbrauch der Jahresperioden nieder (Tafel 4). Die Differenzen zwischen den einzelnen Jahresperioden sind mit Ausnahme der Stalllüftung in der Anlage B signifikant. Zwischen den Arbeitstagen und Wochenenden ergeben sich hinsichtlich des täglichen Elektroenergieverbrauchs keine klaren Beziehungen.

#### Anlagen D und E: MPA 1930

Beide Milchproduktionsanlagen sind auf der Grundlage des AP MPA 1930 errichtet worden. Zwischen beiden Anlagen bestehen Unterschiede, die bei der Beurteilung der Meßergebnisse berücksichtigt werden müssen (Tafel 5).

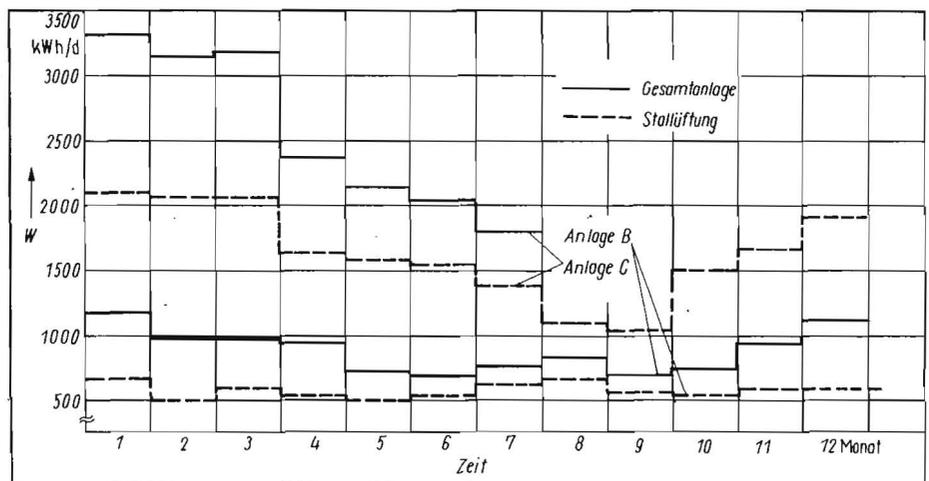
Der um 866,1 kWh/d höhere Elektroenergieverbrauch in der Anlage D wird u. a. durch die Bewirtschaftung der Hochsilos und die Wasserversorgung verursacht. Für diese zwei Verbraucher konnten keine Messungen durchgeführt werden (Tafel 3). Der Anteil der Stalllüftung am Elektroenergieverbrauch der Gesamtanlage beträgt 10,0% (Anlage D) bzw. 16,4% (Anlage E) und ist bedeutend niedriger als der für MPA 1930 mit Stallungssystem SL-70 angegebene. Nach [4, 5] werden in MPA 1930 mit SL-70 etwa 50% des Elektroenergieverbrauchs durch die Stalllüftung verursacht.

Aus der Darstellung des Jahresgangs des täglichen Elektroenergieverbrauchs (Bild 2) sowie aus dem durchschnittlichen täglichen Verbrauch der Jahresperioden (Tafel 4) ist erkennbar, daß die Anlage D den höchsten Elektroenergieverbrauch während der Som-

Tafel 5. Unterschiede zwischen den untersuchten Anlagen D und E (MPA 1930)

Bereich	Anlage D	Anlage E
Stalllüftung	Kombination von freier Lüftung und unterfluriger Zuluftzuführung	SL-80
Silagelagerung	Hochsilos	hohe Horizontalsilos
Wasserversorgung	eigene Versorgungsanlage	Anschluß an ein zentrales Versorgungsnetz

Bild 1. Jahresgang des mittleren täglichen Elektroenergieverbrauchs W der Anlagen B und C (JRA 4480) für Gesamtanlage und Stalllüftung



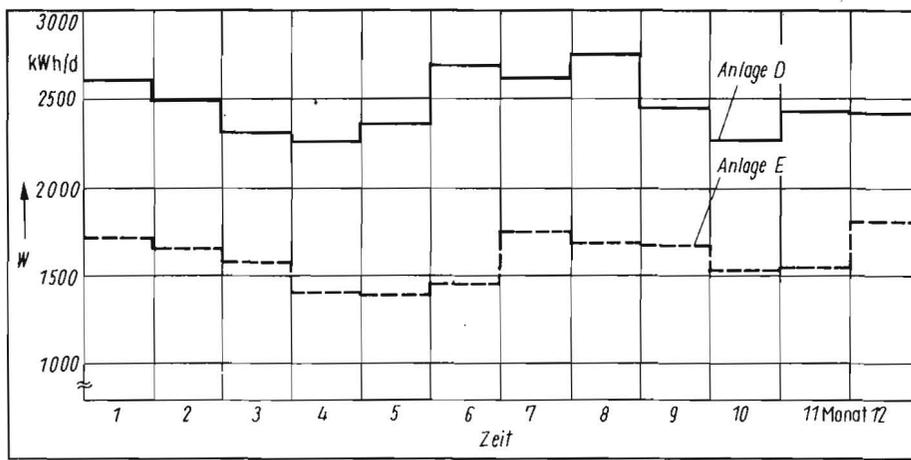


Bild 2. Jahresgang des mittleren täglichen Elektroenergieverbrauchs  $W$  der Anlagen D und E (MPA 1930) für die Gesamtanlage

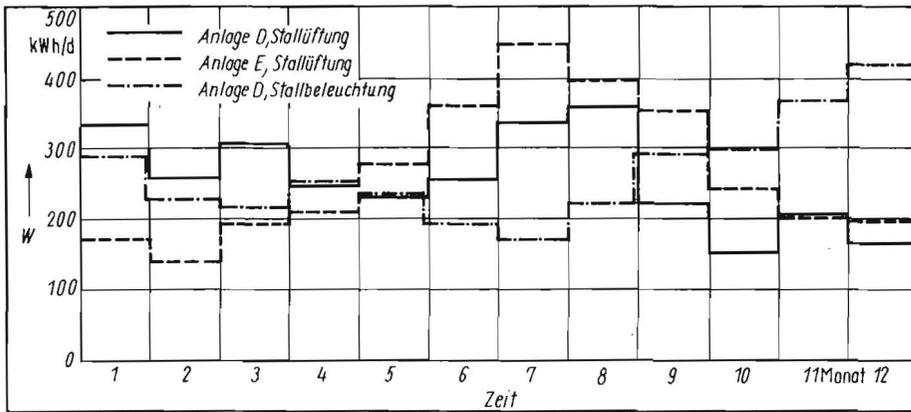


Bild 3. Jahresgang des mittleren täglichen Elektroenergieverbrauchs  $W$  der Anlagen D und E (MPA 1930) für Stalllüftung und Stallbeleuchtung

mermonate aufweist, demgegenüber ist in der Anlage E der Höchstwert in der Winterperiode zu verzeichnen. Der hohe Elektroenergieverbrauch in der Anlage D während der Sommermonate wird u. a. durch den größeren Verbrauch für die Stalllüftung und die Befüllung der Hochsilanlage verursacht. Der im Bild 3 dargestellte Jahresgang für den täglichen Elektroenergieverbrauch der Stalllüftung läßt für beide MPA den jahreszeitlichen Einfluß erkennen. Die Differenzen des täglichen Elektroenergieverbrauchs zwi-

schen den Jahresperioden sind in beiden MPA für die Gesamtanlage signifikant, während diese für die Stalllüftung nur in der Anlage E durchgehend statistisch gesichert sind.

In der Anlage D ist an den Wochenenden der tägliche Elektroenergieverbrauch insgesamt signifikant niedriger als an den Arbeitstagen. In Übereinstimmung mit [6] ist dies aus dem Arbeitsrhythmus der Normalschicht (Verwaltung, Technik, veterinärmedizinische Betreuung) zu erklären.

#### 4. Schlußfolgerungen

Die Richtwerte für den Elektro- und Wärmeenergieverbrauch sind für die Planung und Abrechnung des Verbrauchs einzelner Anlagen sowie für die Durchführung von Vergleichen zwischen Anlagen geeignet. Sie müssen in Abständen von etwa drei Jahren überprüft und aktualisiert werden.

Der effektive Elektroenergieeinsatz ist in industriemäßigen Rinderanlagen zum Bestandteil der Führung des sozialistischen Wettbewerbs zu machen. Dazu ist erforderlich, daß täglich zur gleichen Tageszeit der Elektrozähler der Gesamtanlage und ggf. weitere vorhandene Zwischenzähler abgelesen werden.

Durch eine breitere Nutzung der Ergebnisse und Erfahrungen einiger industriemäßiger Rinderanlagen beim Übergang von der Stalllüftung mit SL-70 zu aufwandgesenkten Lüftungssystemen kann der Elektroenergieverbrauch bedeutend verringert werden.

Der in Kälber- und Jungrinderanlagen gemessene niedrige Elektroenergieverbrauch für die Stallbeleuchtung wurde u. a. dadurch erreicht, daß die Anlagenelektriker in Abänderung des Projekts für die einzelnen Beleuchtungskörperreihen des Stallbereichs eine Vorortschaltung bzw. eine mehrstufige Schaltung realisiert haben.

#### Literatur

- [1] Balzer, M.-L.; Heinze, M.: Ergebnisse der Normierung und Beurteilung von Verfahren in der Rinderproduktion. Tagungsberichte der AdL der DDR, Berlin (1983) 210, S. 45–52.
- [2] Dietrich, R.; Hähner, A.: Erarbeitung von Richtwerten für Prozeßabschnitte in der Kälber- und Jungrinderaufzucht. Tagungsberichte der AdL der DDR, Berlin (1983) 210, S. 53–59.
- [3] Kypke, J.; Scholze, G.: Aufwandsreduziertes Lüftungssystem in einer 4480er Jungrinderanlage. Tierzucht, Berlin 38 (1984) 1, S. 43–45.
- [4] Hanke, E.; Schupp, S.: Energiewirtschaftliche Prozeßanalyse in einer Milchviehanlage. agrartechnik, Berlin 29 (1979) 12, S. 558–560.
- [5] Schulz, A.; Hanke, E.: Energiewirtschaftliche Aspekte für die Auslegung und den Betrieb von Lüftungs- und Heizungsprozessen in Stallanlagen. agrartechnik, Berlin 30 (1980) 11, S. 479–482.
- [6] Borkmann, R.; Koallick, M.; Holke, R.: Zum Elektroenergieverbrauch in der industriemäßigen Milchproduktion. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 10, S. 436–438.

A 4239

## Landtechnische Dissertationen

Am 26. Oktober 1984 verteidigte Dr.-Ing. Hans-Günter Lehmann an der Technischen Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, erfolgreich seine Dissertation B mit einem Vortrag zum Thema:

„Standortbestimmung und Kapazitätsbemessung von landwirtschaftlichen Lagern und Zwischenlagern“.

Gutachter:

Prof. Dr. agr. habil. R. Thurm, Technische Universität Dresden

Prof. Dr. sc. agr. K. Mührel, Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Roßstock

Prof. Dr. sc. techn. G. Großmann, Hochschule für Verkehrswesen „Friedrich List“ Dresden.

Der Vortrag enthielt Erläuterungen zu Me-

thoden der Standortbestimmung und Kapazitätsbemessung von Lagern, die Ergebnisse, deren Anwendung für die Gestaltung feldnaher Lager und notwendige Schlußfolgerungen für die weitere wissenschaftlich-technische Forschung. Grundsätzliche mathematische Methoden zur Standortbestimmung stellen die Standortoptimierung bei Homogenität des Territoriums, die Transportoptimierung mit diskreter Standortauswahl und die Polyoptimierung dar. Die zweistufige Transportoptimierung mit Berücksichtigung der Transporte Feld-Lager und Lager-Verbraucher/Empfänger ist geeignet, die Mehrzahl der realen Transportprozesse in der Landwirtschaft nachzubilden und erfüllt die Anforderungen sowohl wissenschaftlich-technischer als auch praktischer Anwendung für die Standortoptimierung. Als Zielkriterium dienen entweder die minimale Transportar-

beit oder minimale TUL-Kosten. Mit Hilfe von Transportoptimierungsrechnungen nach dem Zielkriterium „minimale TUL-Kosten“ wurden Untersuchungen zum Einfluß von technisch-technologischen Parametern (Fahrgeschwindigkeit, Fahrzeugnutzmasse, Beimengungsanteil, Beladestellungen von Ernte- oder Umschlagmaschinen, Transportmittelkosten) auf die Anzahl optimaler Standorte (Standortverteilung) und die TUL-Kosten durchgeführt. Für weitere detaillierte und verallgemeinerungsfähige wissenschaftliche Untersuchungen der TUL-Prozesse in der Landwirtschaft eignen sich die Methoden der deterministischen kombinatorischen Simulation als „reines Modellexperiment“ und die stochastische Transportsimulation in ihrer Kombination von Messung der Zeitverteilung eines Transportumlaufs und Modellexperiment.