

Sonderdruck aus:

**DGfZ-Schriftenreihe**

**Heft 76 (2018)**

ISSN-0949-8842

Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde, Adenauerallee 174, 53113 Bonn, info@dgfz-bonn.de

**XIX. Brandenburger Nutztierforum**

**„Investieren in die Kälber- und Jungrinderaufzucht“**

**21. November 2018 am Seddiner See**

LAB-Landwirtschaftliche Beratung der Agrarverbände Brandenburg GmbH,  
Landesamt für Ernährung, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg,  
Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde e.V.



Foto: Dr. Matthias Platen

Sonderdruck des Beitrages:

**Einsatz von pasteurisierter Milch in der Kälberaufzucht**

Dr. Matthias Platen, Viktoria Paul (LAB GmbH), Nicole Tall (AHB GmbH)



# Einsatz pasteurisierter Milch in der Aufzucht von Kälbern

*Dr. Matthias Platen, Viktoria Paul, LAB-Landwirtschaftliche Beratung der Agrarverbände Brandenburg GmbH, Nicole Tall, AHB-Agrarservice-, Handels- und Beratungsgesellschaft mbH, 14513 Teltow*

## 1. Einleitung

Im Verlaufe der Evolution hat sich bei den Säugetieren die Muttermilch als einzige Nahrung etabliert, die Neugeborenen eine überlebenssichernde Entwicklung ermöglicht. Gerade beim Weide- und Fluchttier Rind entscheidet ein schnelles, optimales Wachstum zu einem robusten Kalb mit hoher Fitness über Leben oder Tod. Die bislang nicht künstlich ersetzbaren Eigenschaften der Muttermilch beziehen sich im Wesentlichen auf zwei Aspekte:

Zum Einen weist das Milcheiweiß eine ernährungsphysiologische Qualität in Form des Caseins auf, die eine enzymatische Aufspaltung, Verdauung und metabolische Nutzung trotz des noch unterentwickelten Verdauungstraktes ermöglicht.

Zum Anderen werden unsere Nutztiere ohne bzw. mit sehr niedrigen Antikörperkonzentrationen im Blut geboren, da bei diesen Tierarten keine oder nur sehr geringe Antikörperübertragung über den Mutterkuchen (Plazenta) vom Muttertier auf den Embryo erfolgt. Bei Pferd, Schwein, Rind, Schaf und Ziege erhalten die Neugeborenen den notwendigen antigenspezifischen Infektionsschutz fast ausschließlich durch die Aufnahme von Antikörpern aus dem Kolostrum (METHLING 1989).

Das Vertränken von qualitativ hochwertiger Milch bildet daher den wesentlichen Baustein für eine erfolgreiche Kälberaufzucht. Der steigende Kostendruck in der Milchproduktion, die geringen Preise für abgelieferte Milch und die anhaltend hohen Kälbererkrankungs- und -sterblichkeitsraten erzwingen eine generelle Hinterfragung der praktizierten Aufzuchtregime und die intensive Betrachtung von Alternativen in Hinblick auf den Einsatz der Rohmilch in der Kälberernährung. Das gilt nicht nur für ökologisch wirtschaftende Betriebe, die ausschließlich Kuhmilch für die Kälberaufzucht einsetzen dürfen, da kein ökologisch erzeugter Milchaustauscher existiert. Dies gilt auch für die konventionellen Betriebe, in denen das wertvollste Futtermittel – die bis 5. Tag post partum gesperrte Kuhmilch – oft den männlichen Mastkälbern verabreicht und der weiblichen Nachzucht Milchaustauscher angeboten wird. Dabei bleibt die Erkenntnis unberücksichtigt, dass die Leistung der weiblichen Kälber als spätere Milchkuh und züchterische Grundlage der Herde stark abhängig von der Aufzuchtqualität der ersten Lebensstage bzw. -wochen ist.

Milch ist das hochwertigste Futtermittel für Kälber – und im Falle der bis 5. Tag p.p. gesperrten Milch auch zum Nulltarif erhältlich, während Milchaustauscher (MAT) die teuersten in der Milchviehhaltung darstellen.

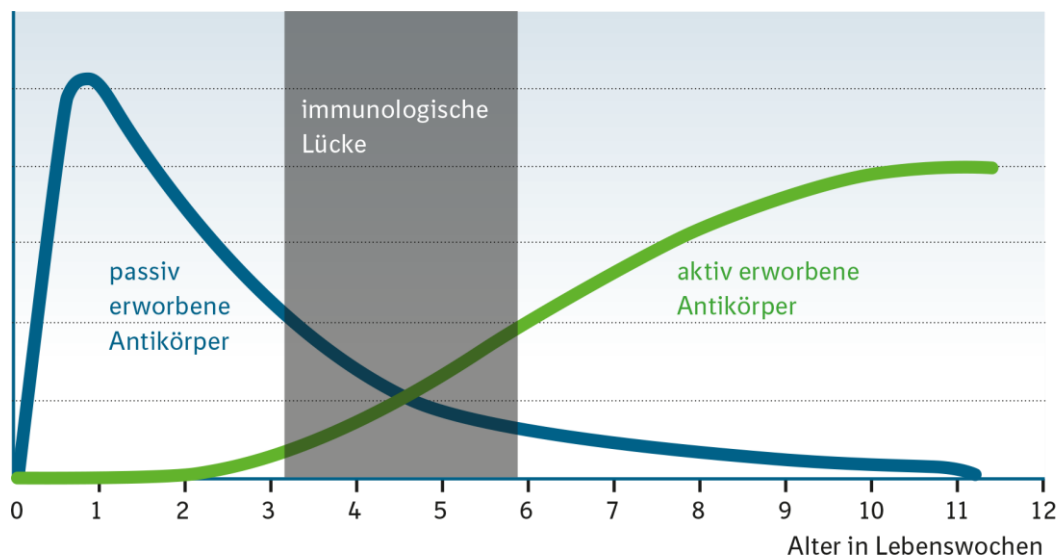
## 2. Einsatz von Vollmilch in der Aufzucht

### 2.1. Kolostralmilcheinsatz

Die kolostrale, passive Immunität des Kalbes, der hohe, passiv über die ersten Milchtränken erworbene Antikörperspiegel in den ersten zwei bis drei Lebenswochen kompensiert die vorhandene Unreife der eigenen Infektionsabwehr, die sich erst langsam aufbaut (Übersicht 1).

*Übersicht 1: Entwicklung der passiven und aktiven Immunität beim Kalb*

*(nach ERHARD UND STANGASSINGER, 2000)*



Die sich an die Geburt anschließende Kolostrumaufnahme innerhalb von ein bis vier Stunden postnatal ist deshalb so eklatant, weil einerseits die Immunglobulinkonzentration in der Muttermilch schnell absinkt (Übersicht 2) und andererseits die Resorbierbarkeit der großen Immunglobuline im Kälberdarm nur für kurze Zeit gewährleistet wird. Dem liegen mehrere „trickreiche“ Mechanismen bzw. Besonderheiten der Natur zu Grunde:

Der hohe Eiweißgehalt der in den ersten Lebensstunden verabreichten Milch besteht größtenteils aus Immunglobulinen (1. Besonderheit). Diese sind nicht zur Verdauung bestimmt und werden auch nicht verdaut, da kaum die entsprechenden Enzyme vorhanden sind (2. Besonderheit). Dadurch gelangt die unverdaute Milch in den Darm, dessen Durchlässigkeit für die großen Immunglobuline für einige Stunden gegeben ist, d.h. die sog. Darmschranke ist inaktiv (3. Besonderheit).

Die korrekte Versorgung von neugeborenen Kälbern mit Biestmilch legt somit den Grundstein für deren Entwicklung und Gesundheit. Das zügige Vertränken von mindestens 2,5 Litern qualitativ hochwertigem Kolostrum innerhalb der ersten Lebensstunde ist unabdinglich, um die Passage der enthaltenen Antikörper durch die Darmschranke zu gewährleisten (SANFTLEBEN

2008). Als Faustregel gilt, dass jedes Kalb rund 10 % des eigenen Körpergewichtes – also ca. 4 Liter/Tag - als Kolostrum an den ersten zwei Lebenstagen erhalten sollte (TRAULSEN 2018). Eine Überprüfung der Biestmilchqualität und der damit enthaltenden Antikörperanteile sollte routinemäßig im Betrieb (Refraktometer, Spindel) sowie durch jährliche Blutserum-Kontrollen bei den Kälbern erfolgen, um die Aufnahme der Antikörper nachzuvollziehen. Die Brix-%-Werte sollten min. 22 betragen (RODENS 2012), zum Einfrieren sollte wegen der bis zu 40%igen Kälteschädigung der Immunglobuline (FREITAG ET AL 2009) nur Kolostrum mit min. 90 g/l Antikörper verwendet werden.

*Übersicht 2: Entwicklung der Milchzusammensetzung nach dem Kalben*

Bestandteile (%)	Biestmilch				Normalmilch
	sofort nach Geburt	nach 12 Std.	nach 24 Std.	nach 48 Std.	
Trockensubstanz	33,0	20,9	15,6	14,0	12,8
Fett	6,5	2,5	3,6	3,7	3,7
Eiweiß	23,1	13,7	7,1	4,9	3,5
Kasein	5,6	4,5	4,2	3,6	2,8
Albumin u. Globulin	16,9	9,0	2,6	1,1	0,7
Milchzucker	2,1	3,5	4,2	4,4	4,8
Asche	1,4	1,1	1,0	0,9	0,8
Vitamin A (LE)	12000	8000	4000	3000	700

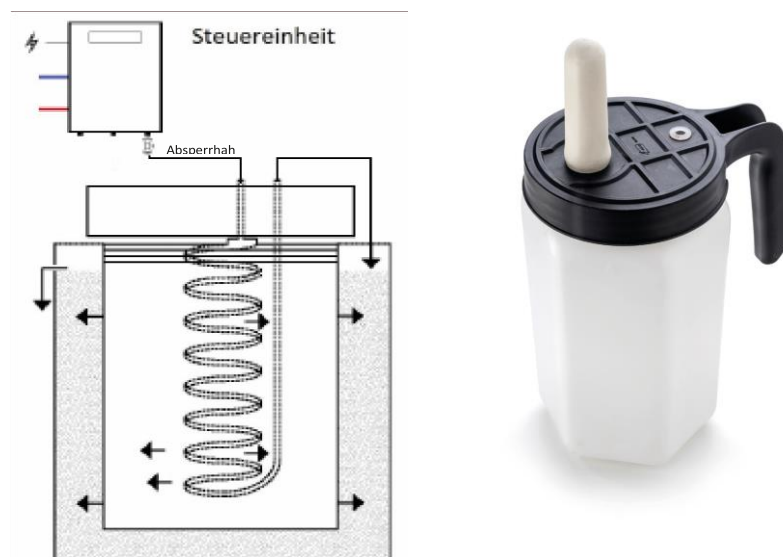
Erwiesen ist, dass ein gutes Biestmilchmanagement den Grundstein für hohe Tageszunahmen bildet (TRAULSEN 2018, SANFTLEBEN 2008), da jede Erkrankung die Zunahmen in Richtung des Nullpunktes oder darunter absinken lässt. Selbst bei einer Erkrankungsdauer von unter fünf Tagen sinkt die durchschnittliche Gesamttageszunahme im gesamten ersten Lebensmonat um ein Drittel gegenüber nicht erkrankten Kälbern (STEINHÖFEL & LIPPMANN 2000). Die Pasteurisierung von Biestmilch hat sich lange Zeit als schwierig erwiesen und ist unter Experten umstritten aufgrund der möglichen Hitzeschädigung der Eiweiße. Sinnvoll kann sich die Pasteurisierung bei besonders keimbelastetem Kolostrum erweisen und um mögliche Probleme mit Durchfallerkrankungen zu reduzieren. Die erste Biestmilchgabe sollte in jedem Falle ohne Pasteurisierung erfolgen (BEYERSDORFER 2015), obgleich die Inaktivierung der Immunglobuline durch Pasteurisierung lediglich bei 10 % (PLESSE 2014) bzw. 20 % (BEYERSDORFER ET AL 2015) liegt. Der Transfer der Immunglobuline durch die Darmwand ins Blut des Kalbes und damit dessen Immunisierung soll jedoch durch Verabreichung pasteurisierter Milch um 15 - 25 % verbessert sein (JOHNSON ET AL 2007).

Die Lagerung von Biestmilch gestaltet sich unproblematisch durch Einfrieren, allerdings ist das Auftauen und die anschließende schonende Erwärmung von großer Bedeutung für die Immunglobulin-Qualität (TRAULSEN 2018). Das Einfrieren bzw. die Bevorratung von Biestmilch auf herkömmliche Weise und auch andere Biestmilch-Managementhilfen beruhen auf einem Auftauen bzw. Herstellung der Tränketemperatur im Wasserbad, was zeit-, arbeits- und wasseraufwendig ist sowie ungenau von statten geht. Die lange Auftauzeit begünstigt die Keimvermehrung. Um das Kolostrum schneller vertränten zu können, wird häufig zu heißes Wasser verwendet. Bis dann die Wärme ins Innere durchgedrungen ist, wird das äußere Kolostrum zu stark und zu lang erhitzt und damit geschädigt. Infolge der problematischen Integrierung in die Arbeitsabläufe wird ein solches Biestmilchmanagement meist ganz vernachlässigt.

Spezielle technische Hilfsmittel zum Auftauen sind zwar schneller und schonender, aber technisch aufwendig, bedingen viele Arbeitsschritte, kosten einige tausend Euro und verursachen zusätzliche laufende Kosten für Verbrauchsmaterial.

Im Rahmen einer Neuentwicklung der Martin Förster GmbH sei hier der zum internationalen Patent angemeldete, auf der EuroTier 2018 prämierte „All in One COLOSTRUM FEEDER“ vorgestellt. Dabei handelt es sich um einen Mehrzweckbehälter für drei Liter Kolostrum zum Aufbewahren und Einfrieren von Kolostrum und anschließender Erwärmung mittels integrierter Edelstahlrohr-Spirale (Übersicht 3). Der „All In One COLOSTRUM FEEDER“ bietet die Möglichkeit, das Kolostrum in diesem Mehrzweckbehälter durch einfaches Anschließen an die Mischbatterie der Wasserleitung auf Tränketemperatur zu erwärmen oder mit 60°C heißem Wasser für 30 Minuten zu pasteurisieren und anschließend in zwei Minuten über die integrierte Spirale mit kaltem Wasser der Mischbatterie abzukühlen.

Übersicht 3: Der „All In One COLOSTRUM FEEDER“ der Martin Förster GmbH



Eine muttergebundene Kolostrumgabe ohne Bevorratung ist mit dieser Verfahrensanwendung des Mehrzweckbehälter dank des schnell abzuwickelnden Vorganges ebenfalls möglich, zumal auch ein Drenchbesteck an den Mehrzweckbehälter angeschlossen werden kann. Eine Steuereinheit regelt die Prozesse „Erwärmen“, „Pasteurisieren“ und „Auftauen“ (FÖRSTER 2018).

Alternativ kann mit dem vollautomatischen Pasteur HT 250 bzw. dessen angeschlossener Dampfzange desselben Herstellers kaltes Kolostrum durch Einleiten von Wasserdampf erstmals schnell und schonend als Einzelportion auf Tränketemperatur erwärmt oder auch pasteurisiert werden (s. Abschnitt 3).

## 2.2. Vollmilch bis 3. Lebenswoche

Ein Tiefpunkt des Gesamtimmunglobulinspiegels im Blut wird etwa zwischen der 4. und 7. Lebenswoche erreicht (Übersicht 1). In diesem Lebensabschnitt besteht die höchste Infektionsanfälligkeit. Das Kalb sollte also zu diesem Zeitpunkt eine optimale Entwicklung erfahren haben, um durch eigene körperliche Fitness und Vitalität dem Erregerdruck standhalten zu können. Paradoxerweise finden 90 % aller Kälbererkrankungen und –verluste nicht in dieser Zeit des „Immundefizits“, sondern in den ersten zwei bis drei Lebenswochen statt (SANFTLEBEN 2008, PLATEN 2015), was darauf hinweist, dass eine schlechte passive Immunität in der Phase fehlender aktiver Immunität vorliegt, d.h. keine zeit- und mengengerechte Biestmilchversorgung erfolgt ist, gepaart mit einer schlechten Haltung und unphysiologischen Ernährung der Neugeborenen in dieser Zeit. In der Tat werden die Kälber heute in diesen ersten Wochen nahezu unverändert einzeln, ohne Sozialkontakt und ohne Bewegungsmöglichkeit, gehalten (Iglu- oder Einzelboxen) und oft mit ungeeigneter Milchaustauschertränke, d.h. unphysiologischer Tränkefrequenz und –temperatur (Saugeimer) versorgt. Die Erkrankungen in den ersten Lebenstagen und -wochen werden verstärkt durch die suboptimalen Haltungsbedingungen (Hygiene, Klima, Bewegungsmangel), vor allem aber wirkt in diesem Lebensalter jede Tränke stark negativ auf den Gesundheitszustand, die andere Eiweiße als die der nativen Milch enthält. Die Verdauung im Labmagen ist bis zur dritten bzw. vierten Lebenswoche nur auf Milcheiweißbasis möglich. Milcheiweiß zeichnet sich durch einen hohen Gehalt an Casein-Eiweiß aus. Das Verhältnis Casein: Molkenprotein beträgt in der nativen Milch 80:20. Casein kann nur von dem Verdauungsenzym Chymosin aufgespalten werden, das nicht in der Lage ist, Molken- oder andere Proteine zu spalten, beim jungen Kalb aber nahezu das einzig zur Verfügung stehende Enzym der Eiweißverdauung darstellt. Für die Aufspaltung anderer Eiweiße werden die anfänglich kaum vorhandenen Pepsine benötigt. Das Verhältnis Chymosin:Pepsin beim Neugeborenen beträgt ebenfalls 80:20 und korrespondiert somit mit der Verteilung der

spaltbaren Milcheiweißfraktionen. Caseinfremde Eiweiße sind also in den ersten Lebenswochen kaum verdaulich.

Der Versuch, zu dieser Zeit der Kälberentwicklung das Milchprotein durch andere Proteine, insbesondere durch pflanzliche Eiweiße, zu ersetzen, kann daher nicht erfolgreich sein. Selbst ein 50%iger MAT enthält noch viele andere, Nicht-Casein-Eiweißbestandteile und weitere ungeeignete Inhaltsstoffe (KUNZ 2014).

Eine Gegenüberstellung von Betrieben mit und ohne Vollmilchtränke zeigt die Unterschiede im Aufzuchterfolg (Übersicht 4), wobei diese Erhebung zwar empirisch, aber hinsichtlich der Betriebsauswahl zufällig erfolgte und damit als repräsentativ anzusehen ist. Das Ergebnis deckt sich mit Untersuchungen mehrerer Landesforschungsanstalten (FISCHER ET AL 2010).

*Übersicht 4: Aufzuchtergebnisse in Betrieben des Brandenburger Projektes „Precision Dairy Farming“ (n=9) mit und ohne Vollmilcheinsatz in der Aufzucht*

Tränkeregime/ Vollmilchanteil	Anzahl Betriebe/ Kühe	Zuwachs 0-77 d  LTZ 0-77 d	Anzahl Betriebe/ Kühe	Kälber- verluste	Totge- burten	Kälber- verluste + Totgeburten
<b>0.-21. Tag: Vollmilch</b> <b>Frühestens ab 22.</b> <b>Tag: MAT</b>	2  1200 Kühe	<b>67,0 kg</b>  <b>866 g/d</b>	4  3760 Kühe	<b>3 %</b>	6,5 %	<b>9,5 %</b>
<b>0.-7. Tag: Vollmilch</b> <b>Spätestens ab 7.</b> <b>Tag: MAT</b>	2  1350 Kühe	<b>56,7 kg</b>  <b>738 g/d</b>	5  4300 Kühe	<b>8 %</b>	7,4 %	<b>15,4 %</b>

Neben der wichtigen, zeitnahen Kolostrumgabe ist also auch in den ersten zwei bis drei Lebenswochen die Verabreichung der bis 5. Tag p.p. gesperrten oder anderer Milch der Kühe über die Tränke ratsam, was sich in höheren Lebenstagszunahmen widerspiegelt (BLOME ET AL 2003). Damit wird auch der Effekt der Muttertierimpfungen voll ausgeschöpft. Zudem schützen und fördern zahlreiche Milchinhaltsstoffe, die nicht in MATs enthalten sind, die Entwicklung der Darmzotten und die mit der Tränke verabreichten Schutzstoffe wirken auch lokal im Darm gegen pathogene Durchfallerreger (FISCHER 2018, SANFTLEBEN 2008).

Wird also ein Kalb ab der Geburt bis 24 h danach optimal mit Kolostrum hoher Qualität versorgt und enthält es anschließend bis zur zweiten bzw. dritten Lebenswoche eine Tränke mit möglichst hohem Vollmilchanteil, so ist es in diesem Zeitabschnitt nicht nur durch die passive Immunisierung gut geschützt, sondern infolge der ernährungsphysiologischen Vorteile nativer Milch auch fit und vital genug, um dem ab der vierten Lebenswoche auftretenden natürlichem „Immundefizit“ in Zusammenhang mit der Umstellung auf MAT-Tränke standzuhalten. Die eigene, aktive Immunität kann sich nun bis zur zehnten Woche allmählich weiterentwickeln, wenn die Abwehrmechanismen nicht überfordert werden.



### 3. Pasteurisierung

Der Einsatz von Vollmilch in der Kälberernährung ist jedoch trotz der immunologischen und ernährungsphysiologischen Notwendigkeit nicht uneingeschränkt zu empfehlen. So liegt nahe, dass die hohen Raten von Färsenmastitiden durch Übertragung der Erreger von der Kuh aufs immunschwache Kalb über die Milch erfolgt (ANACKER 1997, ELIZONDO-SALAZAR ET AL. 2013). Mastitiden stellen heute eine der höchsten Bedrohungen für die Gesundheit und Nutzungsdauer der Kühe, die Milchqualität (Zellzahlgehalt) und damit für die Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung insgesamt dar. Für jeden klinischen Mastitisfall werden Kosten von 501 € (LÜHRMANN 2008), für Eutererkrankungen allgemein 200 - 300 € angegeben (RUDOLPHI & HARMS 2011, RESZLER 2004, JÄGER 2006). Auch andere Erreger mit großer Bedeutung für die Milchviehhaltung, wie Paratuberkulose, coliforme Keime, Salmonellen, Rota- und Coronaviren, Cryptosporidien oder Clostridien werden auch über die Milch aufs Kalb übertragen. Hinzu kommen Verunreinigungen und Säuerungsprozesse der Milch, die durch einen unsachgemäßen Umgang mit der Kälbertränkmilch bedingt sind. Führt man sich die Prozesse vom Melken über den Transport der Milch in den Kälberstall und das häufig erst nach vielen Stunden erfolgte Vertränken vor Augen, wird schnell klar, dass dies nicht nur mit einem hohen Arbeitsaufwand, sondern auch mit einer stark verminderten Milchqualität einhergeht. Diese schadet dem Kalb, da das junge Immunsystem mit Keimen konfrontiert wird, die über die haltungsbedingten, prädisponierenden Keime hinaus einwirken – und zwar direkt *im* Kalb! Aus Kenntnis der hohen Anfälligkeit der Rohmilch in Abhängigkeit von Zeit, Temperatur und Umgang mit diesem Medium sowie der mütterlich bedingten Infektionsgefahr wird schon seit Jahrzehnten in einigen Betrieben die für die Kälber vorgesehene Milch pasteurisiert. Dieser Aufwand kann sich bezahlt machen.

Die wirtschaftlichen Verluste einer einzigen Kälbererkrankung belaufen sich auf über 25 € für Tierarzt, Medikamente und behandlungsbedingte Arbeitsaufwendungen (PLATEN & BARTEN 2011). Hinzu kommen die Verluste aus der Reduzierung der Lebenstagszunahme im ersten Lebensmonat um ein Drittel, womit weitere 20 € Verlust zu kalkulieren sind. Bei Erkrankungsraten allein wegen Diarrhoe von min. 50 % (ERTL 2018) in unseren Betrieben bedeutet dies in einer 300er Milchviehherde einen jährlichen Verlust von rd. 9.000 €. Mit den Zielstellungen der Minimierung des Keimdruckes fürs immunschwache Kalb (Entlastung des Immunsystems) und der Verhinderung der Übertragung von Euterkrankheitserregern sollte daher Vollmilch vor dem Vertränken pasteurisiert werden.

Ein Vergleich der Zunahmen und der Krankheitshäufigkeiten sowie Behandlungshäufigkeiten bei Einsatz von pasteurisierter und nicht pasteurisierter Vollmilch innerhalb einer Herde mit 690 Kühen ergab um 45 Gramm höhere Zunahmen bei den Kälbern, die pasteurisierte Milch erhielten (Übersicht 5).

*Übersicht 5: Ergebnisse eines innerbetrieblichen Vergleiches bei Kälbern, die bis 3. Woche p.n. pasteurisierte bzw. nicht pasteurisierte Vollmilch erhielten*

	<b>Unpasteurisierte Vollmilch</b>	<b>Pasteurisierte Vollmilch Pasteur HT 250 (Fa. M. Förster)</b>	<b>Differenz bei Pasteurisierung</b>
Tränkeregime	1.-2. Lebenswoche: Vollmilch (bis 5. d. p.p. gesperrte Milch); 3. Lebenswoche: 50% Vollmilch: 50% MAT; Ab 4. Lebenswoche: MAT-Tränke		
Zunahme je Kalb und Tag 0.-74. Lebenstag	<b>837 g</b> (n=199)	<b>882 g</b> (n=183)	<b>+45 g/Tag</b>
Zuwachs kg je Kalb und Tag 0.-74. Lebenstag	<b>62 kg</b>	<b>65 kg</b>	<b>+3,3 kg</b> bis 10. LW
Erkrankungsrate Kälber 0-3 Mon.	<b>12,34 %</b>	<b>7,01 %</b>	<b>-43 %</b>
Jährl. Medikamenteneinsatz (Anzahl Einzeldosen; 863 Geburten/Jahr)	<b>537</b>	<b>325</b>	<b>-40 %</b>
<b>Die höhere Zunahme der Kälber, die bis 3. Lebenswoche pasteurisierte Vollmilch erhielten, weist auf eine Entlastung des Immunsystems hin, die sich in einer um 43 % geringeren Erkrankungsrate und 40 % geringeren Medikamenteneinsatz widerspiegelt.</b>			

Auch wenn hierbei nicht die um 3,3 kg höhere Zuwachsleistung innerhalb der ersten zehn Wochen den ausschlaggebenden Aspekt darstellt, zeigt dieses Ergebnis den offensichtlichen Effekt einer Pasteurisierung: Bei insgesamt sehr niedrigem Krankheitsgeschehen im untersuchten Betrieb wurden die Kälber durch Pasteurisierung der Tränkmilch, die sie in den ersten zwei bis drei Lebenswochen erhielten, von einem gewissen Keimdruck entlastet, der die höhere Zunahmeleistung ermöglichte. Der primäre Effekt liegt jedoch in der um 43 % verringerten Erkrankungsrate und dem um 40 % reduzierten Medikamentenaufwand.

Vergleicht man das Vertränken pasteurisierter Milch mit dem Vertränken eines hochwertigen MAT, werden die gesundheitsfördernden Effekte der Ernährung mit pasteurisierter Vollmilch deutlich (Übersicht 6).

Die Pasteurisierung ist ein Vorgang zur Reduzierung des Keimgehaltes und somit zur Aufwertung von Biest-, Misch- oder Vollmilch (BEYERSDORFER ET AL. 2015). Bei der Pasteurisierung von Kuhmilch sind in praxi drei Verfahren zu unterscheiden:

1. Pasteurisierung im herkömmlichen Milcherwärmer: Kaum noch praktiziert, da sehr energie-, zeit- und arbeitsaufwendig;
2. Pasteurisierung im Milchtaxi: Derzeit vielerorts eingesetzt;
3. Pasteurisierung im vollautomatischen Pasteur im geschlossenen System: Neuheit, die aktuell nur von einem Produzenten angeboten wird.

**Übersicht 6: Vergleich des Einsatzes pasteurisierter Vollmilch (Gerät von Fa. M. Förster) gegenüber MAT-Einsatz in einem Milchviehbetrieb mit 350 Kälbern/Jahr (nach BEYERSDORFER 2015)**

<b>MAT-Tränke</b>	<b>Pasteurisierte Vollmilchtränke</b>
Biestmilchphase: 3 Tage Ab 4. Tag: hochwertiger MAT, 36% Magermilchanteil	Biestmilchphase: 3 Tage Ab 4. Tag: pasteurisierte Vollmilch-Mischtränke aus 40-70% Kolostralmilch und 30-60% Vollmilch
Lebenstagszunahme g/Tag	
645	805
Erkrankungsrate %	
35,8	25,4
Verlustrate %	
< 5	< 5
Wirtschaftlicher Mehrgewinn nach Kostenabzug (Investition, Strom, Wasser, Rep., AfA, MAT-Einsparung); Schwankungsbreite bedingt durch jährliche MAT-Preisdifferenzen)	
-12.000 bis -16.000 EUR	+12.000 bis 16.000 EUR

Das Vertränken von pasteurisierter Milch ermöglicht die Verwendung der produzierten Milch des eigenen Betriebs. Aus Kostengründen wird teilweise auf den Zukauf von Aufzuchtfuttermitteln verzichtet und die sogenannte Sperrmilch (nicht verkehrsfähige Milch) an die Kälber vertränkt (BLOME ET AL. 2003). Der Einsatz eines Pasteurs kann sowohl beim Vertränken von Sperrmilch als auch von verkehrsfähiger Vollmilch sinnvoll sein. Die Gefahr der Erregerübertragung wird entscheidend minimiert, die enthaltenden Keime können wirkungsvoll reduziert werden (LEFTING 2014, BEYERSDORFER ET AL. 2015). Laut Empfehlung sollten Kälber keine Milch mit einem Keimgehalt über 20.000 KbE/ml erhalten (GODDEN ET AL. 2005). 90 - 100 % der vorhandenen Mastitiserreger können bei der Pasteurisierung abgetötet werden (ELIZONDO-SALAZAR ET AL. 2010, NIEMEYER 2015), d.h. es handelt sich nicht um Sterilisation. Allerdings sollte bei der Wirksamkeit der Pasteurisierung und der damit verbundenen Reduktion von Keimen die Ausgangskeimbelastung der Milch und die Rekontamination nach dem Pasteurisieren berücksichtigt werden. Zu den wesentlichen Kriterien beim erfolgreichen Umgang mit pasteurisierter Milch gehört ein optimales Management. Das direkt an den Pasteurisierungsprozess anschließende Vertränken der Milch hat oberste Priorität aufgrund des schnellen bakteriellen Wachstums in dem „ausgeräumten“ Nährmedium Milch. Andernfalls ist eine Kühlung bzw. chemische Konservierung der Milch erforderlich. Zur Vermeidung einer Rekontamination nach dem Pasteurisierungsverfahren wirkt auch ein geschlossenes System stark vorteilhaft. All diese Faktoren sind wesentlich abhängig von der verwendeten Pasteurisierungstechnik.

### 2.3. Zwei technische Verfahren in der Praxis

Technisch unterscheidet man zwischen zwei Gerätetypen: Die Kurz- und Langzeitpasteure (LEFTING 2014). Temperatur und Einwirkdauer führen dann zu den Bezeichnungen LTLT-Pasteurisation (30 min 63 °C) und HTST-Pasteurisation (15 sec – 30 sec, 72-75 °C) (MVO 2007). Die Pasteurisierung in Langzeit funktioniert durch eine Erhitzung der Milch für mindestens 30 Minuten auf eine Temperatur von 65 °C, hingegen wird beim Kurzzeitpasteurisieren für rund 20 Sekunden eine Temperatur von 72 bis 75 °C erreicht (BEYERSDORFER ET AL. 2015). Nachfolgend werden die Ergebnisse eines innerbetrieblichen Praxisvergleiches bei Anwendung des Milchtaxi der Fa. Holm & Laue mit dem vollautomatischen Pasteur HT 250 der Fa. Martin Förster dargestellt. Zu beachten ist, dass bei dieser Untersuchung eine Pasteurisierungsdauer von 20 sec beim HT 250 angewendet wurde, dieser aber inzwischen mit 30 sec Pasteurisierungsdauer arbeitet.

#### LTLT- Pasteurisierung im MilchTaxi der Firma Holm & Laue

Das aktuell verbreitete On-Farm-Verfahren der Pasteurisierung erfolgt mit sog. Milchtaxi in Form der LTLT-Pasteurisation, die mehrere Hersteller anbieten. Der Vorgang der Pasteurisierung dauert im Schnitt 2,5 bis 3 Stunden. In der Regel ist diese Zeitspanne zu lang, um die Kälber direkt anschließend mit der Milch zu versorgen. Das MilchTaxi der Firma Holm & Laue bietet daher die Möglichkeit der automatischen, zeitgesteuerten Pasteurisierung (Übersicht 7).

Die Verwendung des Abendgemelks eignet sich für die Verträkung von pasteurisierter Milch am Morgen. Die Fa. Holm & Laue empfiehlt, das MilchTaxi am Abend mit Milch zu befüllen und auf Wassertemperatur herunter zu kühlen. Mit Hilfe der Zeitschaltuhr kann der gewünschte Startzeitpunkt der Pasteurisierung z.B. 4.00 Uhr morgens eingestellt werden. In diesem Fall beginnt das MilchTaxi um 3.00 Uhr mit der Erwärmung der Milch. Gegen 5.30 Uhr ist die für den Pasteurisierungsvorgang notwendige Temperatur von 63 °C erreicht. Die Milch wird innerhalb der folgenden 35 Minuten im MilchTaxi pasteurisiert. Anschließend wird die Milch auf eine Tränketemperatur von 40 °C heruntergekühlt und steht ab 6.30 Uhr zum Verträken zur Verfügung. Sobald die Kälber gefüttert wurden, kann das MilchTaxi gereinigt und mit dem Morgengemelk befüllt werden. Die Milch wird im MilchTaxi wieder gekühlt und die nächste Pasteurisierung schließt sich je nach Zeiteinstellung an, um am Nachmittag die Kälber erneut mit pasteurisierter Milch zu versorgen. Eine Ansäuerung kann manuell erfolgen. Hierdurch wird das System „offen“, was in praxi zu Keimkontaminationen führen kann.

Ausgangspunkt der Entwicklung von Milchtaxi war nicht die Pasteurisierung, sondern der erleichterte Transport der Milch zu den Einzelhaltungen (Iglus, Einzelboxen) und das Befüllen der Tränkeeimer mit temperierter Milch. Die Funktion der Pasteurisierung kam später hinzu

und limitiert zeitlich die Abläufe im Stall, insbesondere ist die Tränkefrequenz praktisch auf zwei Mahlzeiten begrenzt.

Einerseits bietet das MilchTaxi der Firma Holm & Laue ein mobiles Gerät mit einer unkomplizierten Steuerung sowie verhältnismäßig geringen Anschaffungskosten i.H.v. ca. 6.000 €. Andererseits ist der Zeitbedarf für große Mengen hoch und die Entwicklung von hitzeresistenten Bakterien wird begünstigt (ELIZONDO-SALAZAR ET AL. 2013, NIEMEYER 2015). Des Weiteren entstehen in Bezug auf Milchmenge und Zeit hohe Energiekosten und die gründliche Reinigung insbesondere von Einzelteilen gestaltet sich schwierig (HAIDN 2010). Es stellt zudem kein geschlossenes System dar.

#### *Übersicht 7: Milchtaxi (Holm & Laue)*



#### HTST-Pasteurisierung mit dem Pasteur HT 250 von Martin Förster

Der seit ca. zwei Jahren am Markt erhältliche, vollautomatische On-Farm-Pasteur „HT 250“ der Martin Förster GmbH (Übersicht 8) als Alleinhersteller arbeitet nach dem HTST-Pasteurisierungsverfahren. Das generelle Prinzip unterscheidet sich von den üblichen Pasteuren deutlich: Eine Milchpumpe sorgt für das Ansaugen von Rohmilch aus einem Vorratsbehälter oder dem Melkhaustank. Die Milch wird anschließend pulsierend in den Wärmetauscher gepumpt und auf 50 bis 60 °C vorgewärmt. Im nächsten Schritt wird sie in den Injektionsbehälter transportiert und durch einströmenden Dampf auf 73,5 °C erhitzt. Diese Temperatur wird zur 30-sekündigen Pasteurisierung verwendet. Der eingeleitete Dampf wird gleichmäßig und schnell in der Milch verteilt, um eine punktuelle Erwärmung und damit eventuell einhergehende biologische (Immunglobulin-Inaktivierung) und mechanische Schädigung (Verklumpen) zu verhindern. Die Einleitung von Wasserdampf erzielt vermutlich auch Wirkung auf „Keimbündel“, in denen innen liegende Keime bei herkömmlicher Erhitzung

nicht erreicht werden (BEYERSDORFER ET AL 2015). Die damit einhergehende Verdünnung der Milch um 6 - 10 % (bei der aktuellen techn. Version: 3 - 6 %) wirkt zudem vorteilhaft für die Bekömmlichkeit der Tränke (EBEN DER). Anschließend gelangt die pasteurisierte Milch für 30 Sekunden in eine Heißhaltespirale, die aus Teflon besteht. Im Wärmeaustauscher wird die Milch auf Tränketemperatur abgekühlt. Das System bietet die Möglichkeit, ein Konservierungsmittel automatisch dazuzugeben, wodurch die Haltbarkeit der pasteurisierten, keimanfälligen Milch gewährleistet wird. Diese automatisch gesteuerte Zugabe eines Konservierungsmittels reduziert die Gefahr der Rekontamination gegenüber einer manuellen Zugabe und der damit verbundenen Unterbrechung eines geschlossenen Systems (NIEMEYER 2015) sowie der damit verbundenen Ungenauigkeit in der Dosierung.

Übersicht 8: Der HT 250 (M. Förster), Systembild mit Kopplung von TA und Milchtank



Die pasteurisierte, angesäuerte Milch wird nun automatisch zu einem oder mehreren Vollmilchbehältern an rechnergesteuerten Tränkeautomaten geleitet (bis 100 Meter Leitungslänge, Teflonleitung) und dort vertränkt oder in die MAT-Wasser-Tränke anteilig eingerührt. Alternativ kann natürlich auch ein Milchtransportwagen beschickt werden, um die Kälber in Einzelhaltung zu versorgen. Dieses Gerät kann all seine Vorteile der Automatisierung jedoch vor allem in Kombination mit Tränkeautomaten ausspielen und ist auch dafür konstruiert worden.

Der Pasteur HT 250 mit ca. 16.000 € Anschaffungskosten zeichnet sich durch eine schnelle und kontinuierliche Arbeitsweise aus, wodurch sich ein geringerer Arbeits- und Energiebedarf ergibt. Das integrierte und vollautomatische Reinigungsprogramm erleichtert die Handhabung. Das Biestmilchmanagement erfolgt mit Hilfe der angeschlossenen Dampfzange ebenfalls automatisch, schnell und variabel. Strom- und Wasserkosten liegen um mehr als 50 % unter denen des Milchtaxis, was jährlich zwischen 1.000 und 1.500 € Mehrkosten nach sich zieht (NIEMEYER 2015; vgl. auch Abschnitt 3.2.).

Übersicht 9: Produktübersicht HT 250 der Fa. Martin Förster und MilchTaxi der Firma Holm & Laue

Produkt	HT 250	MilchTaxi
Firma	Martin Förster GmbH	Holm & Laue GmbH & Co. KG
Verfahren	Continuous-Flow-Verfahren	Langzeitpasteurisation
Pasteurisierung	73,5 °C bei 30 Sekunden	wählbar: 65 °C bei 35 Min. 60 °C bei 60 Min. 60 °C bei 70 Min.
Wärmeabgabe an Milch	Pulsierender Dampf	Zirkulierendes Wasser über Kesselwand
Heizleistung	9,5 kW	6,5 kW
Durchsatzleistung	200 - 240 l/h	Begrenzt durch Tankgröße
Abkühlung	Wärmetauscher-Prinzip mit integrierter Spirale aus Teflon	Integrierte Wasserkühlung über Kesselwand
Sonstiges	Automat. Zugabe von Konservierungsmittel Zeitgesteuerte Pasteurisierung Geschlossenes System Vollautom. Reinigung Dampfpflanze f. Biestmilcherwärmung	Manuelle Zugabe von Konservierungsmitteln Bis zu 6 einstellbaren Startzeiten der Pasteurisation Offenes System Manuelle Reinigung

Übersicht 9 stellt die Eckdaten des Pasteur HT 250 (Fa. M. Förster) und des MilchTaxi (Fa. Holm & Laue) gegenüber. Die beiden gegenübergestellten Produkte sind in ihrer Wirksamkeit und Praktikabilität unterschiedlich zu bewerten.

Wirksamkeit der Pasteurisierung beider Geräte

In einem Versuch von NIEMEYER (2015) wurde die wirksame Reduktion von verschiedenen Mastitiserregern durch die Verwendung eines Langzeit- und Kurzzeitpasteurs gegenübergestellt. Beide Pasteurisierungsverfahren zeigten eine vollständige Wirksamkeit für *S. aureus*, sowie äskulin-negative Streptokokken. Im Gegensatz zur Kurzzeitpasteurisierung konnte bei der Langzeitpasteurisierung keine umfassende Reduktion von KNS (koagulase-negative Staphylokokken), äskulin-positive Streptokokken sowie Coliformen Keimen erreicht werden. So erfuhren umweltassoziierte Mastitiserreger beim Milchtaxi nur eine 37 %-log Reduktion durch das Pasteurisieren.

Nicht-pathogene Keime konnten bei der Kurzzeitpasteurisierung umfassend eliminiert werden, was bei der LTLT-Pasteurisierung auf 63 °C über 30 Minuten nicht erreicht wurde. Die Rekontamination war sehr hoch und belief sich teilweise auf eine Verfünffachung der Keimzahlen nach dem Pasteurisieren gegenüber nicht pasteurisierter Milch (Übersicht 10, NIEMEYER 2015). In den praktischen Abläufen erweist sich diese als große Gefahr, da die „leergeräumte“ Milch extrem anfällig gegenüber einer nach Pasteurisierung erfolgenden Keimexplosion reagiert. Daher ist das Nicht-Pasteurisieren oft besser als mit einem Milchtaxi zu pasteurisieren, wenn Zeitabläufe, Hygiene und Kühlung nicht strikt eingehalten werden

können. Angesichts der langen Prozessdauer beim Milchtaxi ist dies unter praktischen Arbeitsabläufen oft nicht möglich.

*Übersicht 10: Effektivität in der Eliminierung von Erregern durch Pasteurisieren mit dem LTLT- gegenüber dem HTST-Verfahren*

Erreger	LTLT-Verfahren (Milchtaxi Holm&Laue)			HTST-Verfahren (Pasteur M. Förster)		
	Erwärmung von 200 L gesperrter Rohmilch auf 63 °C, 30 min. Heißhaltezeit			Erwärmung von 200 L gesperrter Rohmilch auf 73 °C, 25 sec. Heißhaltezeit		
	Vor Pasteurisation KbE/ml	Nach Pasteurisation KbE/ml	Veränderung %	Vor Pasteurisation KbE/ml	Nach Pasteurisation KbE/ml	Veränderung %
Ges.-keimzahl	3,2 x 10 <sup>4</sup>	4,2 x 10 <sup>4</sup>	+31	2,4 x 10 <sup>4</sup>	5 x 10 <sup>3</sup>	-79
Kuhassozierte Mastitiserreger						
S. aureus	1,5 x 10 <sup>1</sup>	0	-100	1 x 10 <sup>2</sup>	0	-100
Äskulin neg. Streptokokken	2 x 10 <sup>3</sup>	0	-100	1 x 10 <sup>2</sup>	0	-100
Umweltassozierte Mastitiserreger						
KNS	4 x 10 <sup>1</sup>	1,5 x 10 <sup>1</sup>	-63	3 x 10 <sup>2</sup>	0	-100
Äskulin pos. Streptokokken	5 x 10 <sup>1</sup>	5 x 10 <sup>0</sup>	-90	7 x 10 <sup>1</sup>	0	-100
Coliforme	3 x 10 <sup>1</sup>	0	-100	4 x 10 <sup>1</sup>	0	-100
So. nicht pathog. Keime	2 x 10 <sup>2</sup>	1 x 10 <sup>2</sup>	-50	5 x 10 <sup>0</sup>	0	-100
	3 x 10 <sup>1</sup>	1 x 10 <sup>2</sup>	+233	1 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>0</sup>	-99,9

In einer älteren Untersuchung (2008) mit dem Kurzzeitpasteur Maxi Steam wurden nach Pasteurisierung noch geringe Erregermengen nachgewiesen (KNAPPSTEIN ET AL. 2013). Allerdings handelte es sich bei diesem Gerät um einen technisch kaum vergleichbaren Prototypen des heutigen HT 250. Zudem lag die Heißhaltezeit damals mit nur 12 Sekunden (heutiger HT 250: 30 sec.) noch unter der Temperatur, die lt. gesetzlicher Vorgabe für die HTST-Pasteurisation vorgeschrieben ist (15 sec) und die Temperatur betrug nur 72°C (heutiger HT 250: 73,5 °C). Entsprechend weisen aktuelle Untersuchungen eine umfassende Erregerabtötung bei diesem neuen Gerät nach (CZERNY 2018; s. auch Übers. 10).

### 3.2. Verfahrenstechnischer und betriebswirtschaftlicher Vergleich beim Einsatz des Kurzzeitpasteurs und des Milchtaxis

Warum die Empfehlung *gegen* die heute üblichen Milchtaxis mit Pasteurfunktion und *für* den Kurzzeitpasteur HT 250 ausfällt, kann zunächst mit den praktischen Abläufen begründet werden: Beim Milchtaxi wird die Milch in Kannen vom Melkstand in den Behälter gefüllt. Der Pasteur benötigt über 2 h zum Erwärmen der 200 l Milch auf 63°C. Inclusive Heißhaltephase



vergehen 2,8 h. Dann wird die Milch in die Kälberboxen verbracht oder in den Vollmilchbehälter eines Tränkeautomaten gefüllt und muss manuell angesäuert werden. Die anschließende Reinigung des Gerätes erfolgt ebenso manuell, wie die des Behälters am Tränkeautomaten.

Der HT 250 dagegen zieht sich die Milch selbst aus einem Behälter / Milchtank (Stichleitung zum Melkhaus) und leitet sie automatisch zum Tränkeautomaten (Leitungslänge bis 100 m). Er konserviert die pasteurisierte Milch automatisch und reinigt sich und die Leitungen selbst. Der Arbeitsaufwand für Reinigung und manuelle Ansäuerung, die Ungenauigkeit und Keimkontamination mit sich bringt, sind eliminiert. Die Verwendung von Milchkannen (Transport, Reinigung, körperlich anstrengend) fallen weg. Die Kurzzeitpasteurisierung läuft vollautomatisch mit einem Durchsatz von ca. 250 l/h ab. Kolostrum (Erstgemelk) kann mit der Dampfzange am Pasteur oder dem „All In One COLOSTRUM-FEEDER“ innerhalb von 5 min auf Tränktemperatur erwärmt werden, ebenso eingefrorenes Kolostrum. Ab dem zweiten Gemelk kann der Pasteur die Milch sehr gut pasteurisieren, ohne dass Konsistenzprobleme bei der oft sonst problematischen Biestmilchzusammensetzung auftreten. Die Arbeitsabläufe sind kurz, effektiv und durch die volle Automatisierung sehr genau.

### Investitionskosten

Die Berechnung der Investitionskosten ohne Berücksichtigung von Reparaturen basiert auf der Überlegung, dass beim Pasteur HT 250 eine Lebensdauer von 15 Jahren unterstellt wird und das Milchtaxi nach der halben Zeit, also nach 7,5 Jahren, ersetzt werden muss. Reparaturkosten, die erfahrungsgemäß nach wenigen Jahren insbesondere bei der Heizeinheit des Taxis anfallen und schnell vierstellige Kostengrößen annehmen können, wurden nicht berücksichtigt. Somit sind in der 15jährigen Lebensdauer des HT 250 (inkl. Dampfzange) für 16.000 € alternativ zwei Milchtaxis zu je 6.000 € zu finanzieren. Zu beachten ist hierbei die Kapazität des Taxis in Litern (250 l), die den Preis bestimmt, während beim HT 250 ein Durchsatz von 250 - 300 l/h erreicht werden kann. Eine Vergleichbarkeit ist daher nur bedingt möglich. Wird bei Einsatz des HT 250 die Milch nicht automatisch in die Vorratsbehälter eines oder mehrerer Tränkeautomaten geleitet, sondern soll per Eimertränke in Iglus / Einzelboxen vertränkt werden, ist zusätzlich ein Milchtransportwagen mit Wärmedämmung nötig, was zu zusätzlichen Kosten von 2 x 500 € führen würde. Der HT 250 stellt sich hinsichtlich der Investitionskosten um 437 €/Jahr teurer dar (Übersicht 11).

### *Übersicht 11: Jährliche Investitionskosten im Vergleich*

	<i>Investition 15 J.</i>	<i>Zins (2,5%)</i>	<i>Tilgung lin.</i>	<i>Service</i>	<b><i>Gesamtkosten / Jahr</i></b>
<b><i>Milchtaxi</i></b>	12.000 €	150 €	800 €	0 €	<b>950 €</b>
<b><i>HT 250 mit Dampfzange</i></b>	16.000 €	200 €	1.067 €	120 €	<b>1.387 €</b>

## Arbeitskosten

Ein Gerätevergleich zieht einen Systemvergleich nach sich, da jeder der Pasteure für ein anderes System konstruiert ist. Der HT 250 wird seiner Bestimmung entsprechend in Kombination mit der Verfütterung der pasteurisierten Milch über angeschlossene, rechnergesteuerte Tränkeautomaten eingesetzt, wohingegen das Milchtaxi für das Vertränken der Milch über Eimer zum Einsatz kommt (Transport der Milch zu den Einzelhaltungsanlagen). Der Pasteur HT 250 hat mit seiner Dampfzange zudem eine starke Vereinfachung des Biestmilchmanagements zur Folge, was sich auf den Gesamtarbeitsaufwand für die Kälber positiv auswirkt. Dementsprechend fallen ohne Berücksichtigung der Pasteurierungszeit die in Übersicht 12 angegebenen Arbeitsaufwendungen an.

*Übersicht 12: Tgl. Arbeitsaufwendungen beim Vergleich Milchtaxi – Autom. Pasteur HT 250 (ohne Berücksichtigung der reinen Pasteurierungszeit)*

<b>Arbeitsgang</b>	<b>Milchtaxi</b>	<b>Autom. Pasteur HT 250</b>
Pasteurisieren von Erstkolostrum	30 min/d (Wasserbad o.a. Methode, Pasteurisierung nicht mgl.)	15 min/d (mit Dampfzange des HT 250)
Beschickung mit Vollmilch	2x15 min = 30 min/d (Milchkannen transportieren und einfüllen)	2x1 min = 2 min (Programmeingabe)
Pasteurisierungsvorgang	(5,6 h nicht berechnet, da ohne menschl. Zutun)	(2,7 h nicht berechnet, da ohne menschl. Zutun)
Ansäuern der past. Milch	2 x 2,5 min = 5 min	0 (automatisch)
Vertränken der past. Milch	2 x 30 min = 60 min (Einzelboxen-/Eimertränke)	2 x 5 min = 10 min (nur Biestmilchkälber bis 2. Lebensstag, alle anderen automatisch über TA-Leitung)
Reinigung	2 x 50 min = 100 min (Taxi komplett und Tränkeeimer)	2 x 30 min = 60 min (Vollmilch-Vorratsbehälter am TA; Pasteurreinigung automatisch, Eimerreinigung nur Biestmilchkälber)
Summe Stundenaufwand	225 min / Tag 3,75 h / Tag <b>1.369 h / Jahr</b>	87 min / Tag 1,45 h / Tag <b>529 h / Jahr</b>
<b>Kosten (13 €/h)</b>	<b>48,75 € / Tag</b> <b>17.794 € / Jahr</b>	<b>18,85 € / Tag</b> <b>6.880 € / Jahr</b>

### Zeitbedarf und Verfahrensspezifische Kosten für Strom und Wasser

Um eine Quantifizierung und Bewertung der Kostenpositionen für Strom und Wasser vornehmen zu können, werden die in Brandenburg anfallenden Kosten angesetzt – unbesehen der Tatsache, dass diese betriebsspezifisch stark schwanken können (eigene Stromerzeugung, Nutzung von Brunnen). Der Pasteurisierungsvorgang selbst nimmt von Programmstart bis Programmende – ohne Berücksichtigung von Befüllungs- und Entleerungszeiten - beim Milchtaxi 5,6 h und beim HT 250 2,7 h pro Tag in Anspruch, woraus sich eine Differenz von 50 % ergibt.

Der Frischwasserverbrauch - jeweils von Programmstart bis -ende der Pasteurisation - betrug bei 2 Durchgängen/d (2 x 200 Liter Milch) 649 Liter Wasser beim Milchtaxi und 130 Liter Wasser beim HT 250, was einer Differenz von 80 % entspricht. Die Stromkosten variierten um 1,24 €/Tag zu Gunsten des HT 250: Während das Milchtaxi 4,60 Euro Strom/Tag verbrauchte, betragen die Stromkosten nur 3,46 € beim HT 250.

Aus diesen Ressourcenaufwendungen resultiert ein Kostenvorteil für den Betrieb des HT 250 i.H.v. 1.657 € pro Jahr gegenüber dem Milchtaxi, d.h. die Gesamtkosten für Strom und Wasser beliefen sich beim HT 250 auf 1.584 €, beim Milchtaxi auf 3.241 € (Übersicht 13).

#### *Übersicht 13: Verfahrensspezifischer Wasser- und Strombedarf für die Pasteurisation*

	<b>LTLT-Verfahren (Milchtaxi)</b>	<b>HTST-Verfahren (Autom. Pasteur HT 250)</b>	<b>Differenz</b>
Wasserverbrauch / Tag	649 Liter	130 Liter	519 Liter (80%)
Wasserkosten / Tag	4,28 €	0,88 €	3,40 €
Zeitbedarf / Tag	5,6 h	2,7 h	2,9 h (52%)
Stromkosten / Tag	4,60 €	3,46 €	1,14 €
Wasser- u. Stromkosten / Tag	8,88 €	4,34 €	4,54 €
<b>Wasser- u. Stromkosten / Jahr</b>	<b>3.241 €</b>	<b>1.584 €</b>	<b>1.657 €</b>
Legende: Wassertemperatur 12 °C, Milchausgangstemp.: 28 °C, Stromkosten: 24 ct/kWh, Wasser: 1,75 €/ m <sup>3</sup> , Abwasser: 4,86 €/ m <sup>3</sup> LTLT (Milchtaxi): Erwärmung der Milch auf 63°C, Heißhaltezeit 30 min; HTST (autom. Pasteur HT 250): Erwärmung der Milch auf 73°C, Heißhaltezeit 25 sec.			

Über alle Kostenpositionen betrachtet fallen beim Einsatz des vollautom. Pasteurs HT 250 mit 9.851 € weniger als die Hälfte der Kosten beim Betrieb an gegenüber dem Betrieb eines Milchtaxis – hier am Beispiel des Holm & Laue - Fabrikats dargestellt –, die sich auf 21.985 €/Jahr belaufen (Übersicht 14).

Bei diesem System- und Gerätevergleich findet ein nur zweimaliges Tränken mit dem Milchtaxi statt, während die Kombination automatischer Pasteur mit Tränkeautomaten ein kontinuierliches Tränken ermöglicht. Eine Vergleichbarkeit aus dieser physiologischen Sicht hätte zur Folge, dass sich die Pasteurisierungsprozesse beim Milchtaxi von zwei auf mindestens drei oder vier erhöhen müssten. Der entsprechende Verbrauch an Zeit, Arbeit und Energie wäre exorbitant und würde der Kälberhaltung jegliche ökonomische Grundlage entziehen.

*Übersicht 14: Jährliche Investitions-, Arbeits- und Energiekosten im Vergleich zwischen vollautom. Pasteur HT 250 und Milchtaxi (Euro)*

	<b>Milchtaxi mit Pasteurfunktion</b>	<b>Pasteur HT 250 mit Dampfzange</b>
Investitionskosten	950	1.387 (inkl. Service)
Arbeitskosten	17.794	6.880
Energiekosten Betrieb	3.241	1.584
<b>Summe €</b>	<b>21.985</b>	<b>9.851</b>

#### Lohnt die Investition?

Betriebe, die Ihre bis 5. Tag p.p. gesperrte Milch verwerfen und MAT an die Kälber vertränken, können die Einsparungen an MAT direkt gegen rechnen: Ausgehend von den in Übersicht 4 dargestellten Praxisbetrieben, die sich durch Vollmilchgabe bis ca. 7. Tag bzw. bis 21. Tag unterscheiden, ehe auf MAT umgestellt wird, ergibt sich eine Kosteneinsparung an MAT in Höhe von rd. 42 €/Kalb bzw. 16.400 €/Jahr (8 l/d, 150 g MAT/l, 2,50 €/kg MAT, Betrieb mit 400 Kalbungen/Jahr). Die eingesetzte Menge Milch entspricht hierbei der bis 5. Tag p.p. gesperrten Milch, für die keine finanzielle Verwertungsalternative besteht.

Kalkuliert man je Mastitisfall die in der Literatur angegeben 500 €/Fall und erreicht durch Unterbrechung der Erregerübertragung infolge Milchpasteurisation eine Reduzierung um 20 Mastitsfälle/Jahr in der betreffenden Herde, sind die Gesamtkosten des Systems mit dem vollautomatischen Pasteur HT 250 bereits überkompensiert (rd. 10.000 €).

Die aktuell mindestens bei jedem zweiten Kalb auftretenden Durchfallerkrankungen bedeuten in einer 300er Milchviehherde Verluste von 45 €/Durchfallerkrankung x 200 Kälber/Jahr = 9.000 € Verlust, davon 5.000 € (25 €/Kalb) nur für Behandlungen und Mehrarbeit. Wird durch Reduzierung des Keimdruckes infolge Pasteurisierung der Vollmilch diese Erkrankungsrate halbiert, generiert dies eine Ersparnis von 4.500 €/Jahr.

Beide gesundheitsfördernden Aspekte sind in ihrem Potential belegt durch diverse Untersuchungen und summieren sich auf 14.500 €/Jahr, zusammen mit dem Einsparpotenzial an MAT auf 30.900 €/Jahr (Übersicht 15).

*Übersicht 15: Einsparpotenzial in einer 300er Milchviehherde (rd. 400 Kalbungen/Jahr inkl. Färsen-Reproduktionskalbungen) durch Vertränken von pasteurisierter Vollmilch (Erklärungen siehe Text)*

<b>Einsparpotenzial</b>	<b>Euro Einsparung/Jahr</b>
MAT (Differenz 7 Tage zu 21 Tage Vollmilcheinsatz)	16.400.-
Reduzierung Färsen-Mastitis: 20 Fälle weniger/Jahr	10.000.-
Halbierung Durchfallerkrankungen	4.500.-
<b>Gesamteinsparpotenzial:</b>	<b>30.900.-</b>
<b>Ges.-Kosten Pasteur HT 250:</b>	<b>9.850.-</b>
<b>Ges.-kosten Milchtaxi H &amp; L</b>	<b>21.985.-</b>

Nicht berücksichtigt sind dabei die durch eine optimierte Kälberernährung verbesserte Qualität, Leistungsfähigkeit und Nutzungsdauer der späteren Jungkuh, die vor allem durch die Ernährung, Gesundheit und Zunahmeleistung in den ersten sechs Lebenswochen – der Phase des hyperplastischen Wachstums, der Zellteilungen in den Organanlagen, die Festlegung der wesentlichen Gewebestrukturen - geprägt wird (PLESSE 2017, PLATEN & KROCKER 1999). Die sog. „metabolische Programmierung“ bzw. „Prägung“ von Organanlagen, Stoffwechsel und Regulationsmechanismen in Hinblick auf die spätere Gesundheit und Leistung der Kuh findet in den ersten 40 Lebenstagen statt (KUNZ 2014).

#### 4. Zusammenfassung

Das Vertränken von Kolostrum ab der ersten Lebensstunde und der bis 5. Tag p.p. gesperrten Milch innerhalb der ersten zwei bis drei Lebenswochen ist aus immunologischer, ernährungsphysiologischer und ökonomischer Sicht in hohem Maße wünschenswert, was sich in höheren Zunahmen, besserer Kälbergesundheit und Kosteneinsparungen i.H.v. rd. 45 €/Kalb (Einsparung an MAT) bezahlt macht. Ab der zweiten Biestmilchgabe sollte die vertränkte Milch jedoch pasteurisiert werden, um der Weitergabe von Euterkrankheitserregern vorzubeugen und das Immunsystem des Kalbes zu entlasten. Der „*All In One COLOSTRUM FEEDER*“ als Neuentwicklung bietet erstmals die Möglichkeit eines unkomplizierten, schnellen und hygienischen Biestmilchmanagements inklusive der Möglichkeit einer Pasteurisierung.

Auch nach der zweiten Lebenswoche bietet ein gewisser Vollmilchanteil in der Tränke ernährungsphysiologische und ökonomische Vorteile. Jedoch ist der Einsatz pasteurisierter Vollmilch dahingehend kritisch zu hinterfragen, welche Technik verwendet und wie sich das Vollmilchmanagement im Betrieb gestaltet. Eine Kurzzeitpasteurisierung und ein geschlossenes System mit Ansäuerung sollten bevorzugt werden. Bezüglich des praktischen Einsatzes und der Wirksamkeit der Pasteurisierung sprechen die Untersuchungsergebnisse für den vollautomatischen Pasteur HT 250 der Fa. M. Förster. Angesichts der hohen wirtschaftlichen Verluste von Kälbererkrankungen und Mastitiden sind die Kosten einer Pasteurisierung mit diesem Gerät bereits dann lohnend, wenn in der Herde nur 20 Mastitisfälle/Jahr weniger auftreten. Können die Kälberdurchfälle, die derzeit durchschnittlich rd. 50 % aller Kälber betreffen, halbiert werden, spart ein 300er Milchviehbetrieb zusätzlich 4.500 €/Jahr, womit allein fast die Hälfte der Gesamtkosten des Pasteureinsatzes gedeckt sind. Die MAT-Einsparungen und Mehrzunahmen kommen als nachgewiesene Vorteile hinzu.

Die aus dem direkten Gerätevergleich hervorgehende Empfehlung des vollautomatischen Pasteurs HT 250 begründet sich durch die zuverlässige Erregerabtötung ohne Rekontaminierungsgefahr, den geringeren Arbeitsaufwand, die Praktikabilität und die trotz höherer Investitionskosten deutlich günstigeren Verfahrenskosten insgesamt, die beim HT 250 weniger als die Hälfte gegenüber dem verglichenen Milchtaxi-System betragen. Dieser Vorteil entsteht auch durch die mögliche und vorgesehene Einbindung des HT 250 in ein rechnergesteuertes Kälberaufzuchtssystem. Er ist zudem gekoppelt mit der Möglichkeit des effektiven Kolostrumeinsatzes mit Hilfe der sog. Dampfzanze und bietet damit eine arbeitssparende Komplettlösung für das Vollmilchmanagement in der Kälberernährung.

In Hinblick auf die sog. „metabolische Programmierung“ in den ersten 40 Lebenstagen sollten alle Maßnahmen zur optimalen, keimarmen Kälberaufzucht ergriffen werden. Technische Unterstützungen hierfür stehen mit der empfohlenen, neuartigen Technik zur Verfügung.

## Quellen:

- ANACKER, G. (1997): Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Möglichkeiten der Verbesserung der Eutergesundheit bei Jungkühen durch die prophylaktische Behandlung von Färsen vor dem Abkalben, Dr. G. Anacker, TLL, Forschungsbericht.
- BEYERSDORFER, DR. G., ZACHER, H.-D., SÖLLNER, DR. H. (2015) Langjährige Erfahrung mit der Vertränkung pasteurisierter Kälbermilch im Thüringer Lehr- Prüf- und Versuchsgut (TLPVG), agrarmanager 06/2015
- BLOME, R., DRACKLEY, J., MCKEITH, F., HUTJENS, M., MCCOY, G. (2003) Growth, nutrient utilization, and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein, Journal of animal science 81, S. 1641-1655
- CZERNY, C.-P (2018): Survivability of common pathogens after on-farm pasteurization on raw milk. Dep. für Nutztierwiss. der G.-A.-Univ. Göttingen. Pers. Mitt.
- ERHARD, M.H. UND STANGASSINGER, M. (2000): Kolostrum als „functional food“ für das neugeborene Kalb: Einflüsse auf den Immunstatus. Proc.Soc.Nutr.Physiol. Bd.9, S. 147-149
- ELIZONDO-SALAZAR, J. A., JONES, C. M., HEINRICHS, A. J. (2010). Evaluation of calf milk pasteurization systems on 6 Pennsylvania dairy farms, Journal of dairy science 93, S. 5509-5513
- ERTL, A.-M, STEINHÖFER, I., BARTSCHIEß, M. (2018): Durchfall in den Griff bekommen. Bauernzeitung Berlin, 37. Woche, S. 40-41.
- FISCHER, B. (2018): Durchfall ist Notfall. Berlin, Bauernzeitung 3. Woche/2018. 38-40.
- FÖRSTER, M. (2018) Innovationsanmeldung Martin Förster GmbH, Sachgebiet: Haltungs- und Fütterungstechnik Rind, Produktname: All In One COLOSTRUM FEEDER
- FREITAG, M., STUCKE, T., PFEIFFER, J. (2009): Effekte unterschiedlicher Auftauverfahren auf die Funktionsfähigkeit von kolostralem Immunglobulin G. Forum für angewandte Forschung 01-02/2009. S. 34-37.
- GODDEN, S. M., FETROW, J. P., FEIRTAG, J. M., GREEN, L. R., WELLS, S. J. (2005) Economics analysis of feeding pasteurized nonsaleable milk versus conventional milk replacer to dairy calves, Jour. of the American Veterinary Medical Association 226, S. 1547-1554
- HADN, B. (2010) Anforderungen von Kälbern an das Haltungssystem. Fachtagung Bau und Technik - Gesunde Kälber mit einem passenden System, Köllitsch
- JÄGER, S.P. (2006): Untersuchungen zur Eutergesundheit in Milchviehbeständen des Bundesstaates Jalisco, Mexiko. Inaugural-Dissertation, Vet.-Med. Fakultät der Universität Leipzig.
- JOHNSON ET AL (2007): ZIT. N. PLESSE (2014).
- KNAPPSTEIN, K., V. AUST, HJ KUNZ, M. KASKE (2013): Efficiency of two commercial on-farm pasteurizers for inactivation of mastitis pathogens in milk intended for feeding of calves. Berlin, München, Tierärztliche Wochenschrift 126. S. 32-36.
- KOCH, A., KASKE, M. (2010) Schulung „Kälberaufzucht“: Maßnahmen zur Minimierung von Durchfall- und Atemwegserkrankungen beim Kalb, Bernburg/Bismark, 09./10.03.2010

- KUNZ, H. (2014) Neue Ansätze in der Kälberfütterung, Thüringer Melkergemeinschaft, Fachtagung Milchgewinnung
- LEFTING, S. (2014) Pasteurisierte Sperrmilch vertränken?, top agrar 2/2014, R31
- LÜHRMANN (2007): zit n. Geidel, S. (2011): Kostenreserve Eutergesundheit. In: IX. Brandenburger Nutztierforum. DGfZ-Schriftenreihe Bonn Heft 51, S. 75-90.
- MVO (2007): Verordnung über Hygiene- und Qualitätsanforderungen an Milch und Erzeugnisse auf Milchbasis (Milchverordnung), aufgehoben durch Bubi. 2007 Teil 1 Nr. 39. S.1816. Art.23 vom 14. August 2007. Vom 20. Juli 2000. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2000 Teil I Nr. 36. S. 1178 vom 31. Juli 2000. geändert durch Bundesgesetzblatt Jahrgang 2002 Teil I Nr. 57. S. 3082 vom 14. August 2002. geändert durch Bundesgesetzblatt Jahrgang 2003 Teil I Nr. 14. S. 478 vom 10. April 2003. zuletzt geändert durch Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004 Teil I Nr. 58. S. 2794 vom 12. November 2004
- RESZLER (2014): zit. n. Niemeyer (2015).
- RUDOLPHI, B. & J. HARMS (2011): Eutergesundheit.-wesentlicher Faktor der Herdenökonomie. In: XII. Brandenburger Nutztierforum. DGfZ-Schriftenreihe, Bonn, Heft 59. S. 33 ff.
- STEINHÖFEL, O. & I. LIPPMANN (2000): Fütterungs- und Tränkeregime für Kälber. In: DGfZ-Schriftenreihe Bonn, Heft 20 „Kälber- und Jungrinderaufzucht“, S. 16-28.
- TRAULSEN, DR. K. (2018) Biestmilch: Wann, wie viel und wie?, Rinder aktuell: Kolostrummanagement, Bauernblatt, 28. Juli 2018, S. 32-33
- METHLING, W. (1989): System der Infektionsabwehr. In: Busch et al (1989): Tiergesundheitslehre. Gustav Fischer Verlag Jena. S. 45-51.
- NIEMEYER, P. (2015): Untersuchungen verschiedener Pasteurisierungsverfahren zur Aufbereitung von Sperrmilch. Masterarbeit. HU Berlin.
- PLATEN & BARTEN (2011): Kosten von Tiergesundheitsstörungen und Reproduktion als wesentliche Reserve der Milchviehhaltung. DGfZ-Schriftenreihe Bonn, Heft 59, S. 3-12.
- PLATEN & KROCKER (1999): Restriktiv und Intensiv. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, Schriftenreihe Heft 8, S. 44-47.
- PLATEN, M., CH. WIGANKOW, M. KROCKER (2015): Physiologische, wirtschaftliche und planungstechnische Grundlagen für die Konzipierung betriebsspezifischer Kälberhaltungssysteme. DGfZ-Schriftenreihe, Bonn, Heft 67, S. 64-90.
- PLESSE, J. (2014): Technische Möglichkeiten zur Gesundheits- und Leistungsverbesserung in der Kälber- und Jungrinderaufzucht. DGfZ-Schriftenreihe Bonn, Heft 65, S. 76-82.
- RODENS (2011): zit n. KUNZ (2014)
- SANFTLEBEN (2008): Kostenreserve Aufzucht und Fruchtbarkeit. DgFZ-Schriftenreihe, Bonn, Heft 51, S. 41-56.
- ZANGERL, P. (2007) Milchwirtschaftliche Mikrobiologie, Krömker, V (Hrsg.), Kurzes Lehrbuch der Milchkunde und Milchhygiene, 1. Auflage, Parey Verlag, Stuttgart, S. 110 – 138