

BMU-UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM

Abschlussbericht

zum Vorhaben:

„Optimierung von Trockenfutterherstellung für Hunde und Katzen“

NKa3 – 003067

Zuwendungsempfänger/-in:

Bewital Holding GmbH & Co. KG

Umweltbereich

(Umweltschutz, Energie- und Ressourceneffizienz)

Laufzeit des Vorhabens

11.12.2014 – 31.12.2018

Autoren

Dr. Jürgen Wigger,

Dr. Gerhard Saller, Daniela Derißen, Marcus Lodde

Gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Datum der Erstellung

28.02.2019

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen UBA: 3067	Vorhaben-Nr. NKa3 – 003067
Titel des Vorhabens: „Optimierung von Trockenfutterherstellung für Hunde und Katzen“	
Autoren: Dr. Jürgen Wigger, Bewital Holding GmbH & Co. KG Dr. Gerhard Saller, saller GmbH Daniela Derißen und Marcus Lodde, prisma consult GmbH / Effizienz-Agentur NRW, Duisburg	Vorhabensbeginn: 11.12.2014
	Vorhabenende (Abschlussdatum): 31.12.2018
Zuwendungsempfänger: BEWITAL Holding GmbH & Co. KG Industriestr. 10 46354 Südlohn	Veröffentlichungsdatum: 16.07.2018
	Seitenzahl: 40
Gefördert im BMU-Umweltinnovationsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit	
Kurzfassung: Bei der Produktion von Trockenfutter für Hunde und Katzen werden erhebliche Mengen an Fleischmehlen als Quelle von Proteinen eingesetzt. Das innovative Produktionsverfahren ersetzt Fleischmehl durch Frischfleisch und Innereien. Dadurch entfällt der Prozess der Fleischmehlproduktion und der damit verbundene Energieaufwand weitgehend. Durch das innovative Verfahren lies sich der Energiebedarf prozessübergreifend um 29,59 % senken. Zudem reduziert sich der Frischwassereinsatz um 3.000 m ³ /a und auf den Einsatz von 8.400 t/a Fleischmehl kann verzichtet werden. Das innovative Verfahren führt allerdings zu deutlich höherem Aufwand in der Produktion. Das betrifft sowohl die Anforderungen an die Produktionsplanung, der Produktionssteuerung als auch dem Bedarf an Arbeitskräften in der Produktion.	
Schlagwörter: Fleischmehl, Extrusion, Frischfleisch	
Anzahl der gelieferten Berichte Papierform: 10 Elektronischer Datenträger: 1	Sonstige Medien EFA-Loseblattsammlung und Veröffentlichung im Internet geplant auf der Homepage: www.ressourceneffizienz.de

Report-Coversheet

Reference-No. Federal Environment Agency: 3067	Project-No.: NKa3 – 003067
Report Title:	
Authors: Dr. Jürgen Wigger, Bewital Holding GmbH & Co. KG Dr. Gerhard Saller, saller GmbH Daniela Derißen und Marcus Lodde, prisma consult GmbH / Effizienz-Agentur NRW, Duisburg	Start of project: 11.12.2014
	End of project: 31.12.2018
BEWITAL Holding GmbH & Co. KG Industriestr. 10 46354 Südlohn	Publication Date: 16.07.2019
	N of Pages: 40
Funded in the Environmental Innovation Programme of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety.	
Summary: Optimizing production of feed for dogs and cats Meat meals are a major source of protein in feed for dogs and cats. The innovative production procedure substitutes meat meal by fresh meat and offals. Therefore the process of meat meal production is not necessary anymore. This leads to an overall reduction in energy consumption of 29,59 %. Furthermore the innovative production procedure reduces the use of 3,000 m ³ /a of water and 8,400 t/a of meat meal. The innovative procedure requires a more complex planning of production and logistics, as well as more labour in the production.	
Keywords: meat meal, extrusion, fresh meat	

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	6
1. Einleitung	7
1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens.....	7
1.2 Ausgangssituation	8
2. Vorhabensumsetzung	11
2.1 Ziel des Vorhabens.....	11
2.2 Technische Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)	13
2.3 Umsetzung des Vorhabens	15
2.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)	22
2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten	22
2.6 Konzeption und Durchführung der Erfolgskontrolle	25
3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung	25
3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung	25
3.2 Stoff- und Energiebilanz	29
3.3 Umweltbilanz	30
3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse.....	32
3.5 Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren	34
4. Übertragbarkeit	35
4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung	35
4.2 Modellcharakter/Übertragbarkeit.....	35
5. Zusammenfassung/Summary	36
5.1 Zusammenfassung	36
5.2 Summary	39

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Quelle: Technologische Aspekte der Tiermehlherstellung, R. C. Oberthür	9
Abbildung 2: Neue Wertschöpfungskette Trockenfutterherstellung Hunde und Katzen, innovativer Produktionsprozess	14
Abbildung 3: Aufstellungshalle neuer Extruder, Foto vom 28.03.2015	16
Abbildung 4: Frischfleischtanks während der Isolierarbeiten, Foto vom 07.04.2015	16
Abbildung 5: Aufbau Extruder und Konditionierer, Foto vom 27.04.2015	17
Abbildung 6: Aufbau Vortrockner, Foto vom 05.05.2015	17
Abbildung 7: Vortrockner nach fertiger Installation im Probetrieb, Foto vom 27.10.2015	18
Abbildung 8: Extruder nach fertiger Installation im Probetrieb, Foto vom 27.10.2015	18
Abbildung 9: Schematische Darstellung des innovativen Verfahrens mit visualisiertem Messstellenplan	24
Abbildung 10: Massenfließbild der Fleischmehlherstellung bei einem Proteingehalt des Fleischmehls von ca. 76 % und einem Wassergehalt von 5 % zur Beschreibung des IST-Zustands gem. Quelle: Technologische Aspekte der Tiermehlherstellung, R. C. Oberthür Fleischmehlfabrik Brögbern, Ulanenstraße 1-3, D-49811 Lingen/Ems	26
Abbildung 11: spez. Energieverbrauch bezogen auf die verarbeitete Masse an Frischfleisch nach Prozessen des innovativen Verfahrens	30
Abbildung 12: spez. Energieverbrauch bezogen auf die verarbeitete Masse an Frischfleisch nach Prozessen des innovativen Verfahrens	38
Abbildung 13: spez. Energieverbrauch bezogen auf die verarbeitete Masse an Frischfleisch nach Prozessen des innovativen Verfahrens	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erwartete Senkung des jährlichen Energieeinsatzes bei einer Anlagenkapazität von 30.000 t/a	12
Tabelle 2: Erwartete Änderungen in den Materialströmen bei einer Anlagenkapazität von 30.000 t/a	12
Tabelle 3: Umwelteffekte auf Jahresbasis (CO ₂ -Emissionsfaktor Strom: 0,601 kg _{CO2} /kWh nach UBA „Strommix Inlandsverbrauch 2012“ CO ₂ -Emissionsfaktor Erdgas: 0,206 kg _{CO2} /kWh(Hs))	12
Tabelle 4: Projektplan	15
Tabelle 5: Frischfleißeinsatz 2015 - 2018.....	19
Tabelle 6: Messstellenplan Stand 1. August 2018.....	23
Tabelle 7: Frischfleißeinsatz 2015 - 2018.....	25
Tabelle 8: Korrigierte Darstellung der IST-Situation des Energieverbrauchs nach Erkenntnissen des Messprogramms im Vergleich zur Darstellung der IST-Situation bei Antragstellung.....	28
Tabelle 9: Korrigierte Darstellung der IST-Situation der CO ₂ -Emissionen nach Erkenntnissen des Messprogramms im Vergleich zur Darstellung der IST-Situation bei Antragstellung.....	29
Tabelle 10: Verarbeitete Frischfleischsorten mit Einsatzmenge	29
Tabelle 11: IST-Verbrauch, geplanter (erwarteter) und tatsächlich erreichter (NEU) Energieverbrauch nach Umsetzung der Maßnahme	31
Tabelle 12: IST-Mengen, geplanter (erwarteter) und tatsächlich erreichter (NEU) CO ₂ -Emissionen nach Umsetzung der Maßnahme.....	32
Tabelle 13: Massenbilanz nach Umsetzung der Maßnahme	32
Tabelle 14: Kosten und Erlössituation nach Umsetzung	33
Tabelle 15: Amortisationsrechnung nach Umsetzung	34
Tabelle 16: IST-Verbrauch, geplanter (erwarteter) und tatsächlich erreichter (NEU) Energieverbrauch nach Umsetzung der Maßnahme	38
Table 17: Environmental impact of the project	41

1. Einleitung

1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens

Die Bewital Unternehmensgruppe (Bewital) ist im Jahr 1963 gegründet worden und befindet sich im Besitz der Nachkommen des Unternehmensgründers Ulrike Petershagen und Dr. Jürgen Wigger. Rechtlich gliedert sich das Unternehmen in eine Holding (Bewital Holding GmbH & Co. KG) und Betriebsgesellschaften.

Die Gruppe betreibt im Wesentlichen 4 Unternehmensbereiche:

- 1) Bewital petfood GmbH & Co. KG: Produktion von Futtermitteln für Hunde und Katzen. Das Unternehmen produziert sowohl Trockenfutter als auch Feuchtfutter. Dabei wendet sich das Unternehmen vornehmlich an den Fachhandel und an Hundesportvereine. Die Produkte werden im gesamten Bundesgebiet sowie in mehr als 45 weiteren Ländern verkauft. Der Bereich Heimtiernahrung macht ca. 60 % der Wertschöpfung der Unternehmensgruppe aus.
- 2) Bewital agri GmbH & Co. KG (Bewital agri): Das Ziel von Bewital agri besteht darin, die Tiergesundheit mit natürlichen Zutaten im Futter zu verbessern und dadurch den Einsatz von Medikamenten in der Tierhaltung zu reduzieren. Traditionell produziert das Unternehmen Milchersatz für junge Säugetiere. Darüber hinaus werden in immer stärkerem Maße Vorprodukte für andere Futtermittelproduzenten hergestellt. Dabei wurden Kombinationen von natürlichen Zutaten entwickelt, die die Gesundheit der Tiere verbessern und dadurch den Einsatz von Medikamenten verringern. Beispielsweise hat Bewital agri spezielle Butyrate entwickelt, durch die der Bedarf an Antibiotika in der Tierhaltung reduziert werden kann. Dieses Projekt wurde im Rahmen von ZIM („Zentrales Innovationsprojekt Mittelstand“) im Jahre 2010 gefördert.
- 3) Fettraffination: Zwischen 1998 und 2006 hat die Bewital Unternehmensgruppe das Tochterunternehmen Petrotec aufgebaut, bei dem aus Altspesiefetten Biodiesel produziert wird. Petrotec war der erste Biodieselproduzent, der sich ausschließlich auf den Einsatz von Abfällen als Rohstoffbasis für die Biodieselproduktion konzentriert hat. Dieses Unternehmen wurde in 2006 verkauft und war bis 2016 an der Börse in Frankfurt gelistet. Für Petrotec reinigt das zur Bewital Unternehmensgruppe gehörige Unternehmen Lipox GmbH & Co.KG auch heute noch technische Fette für den Einsatz in der Biodieselproduktion.
- 4) Spedition: Außerdem betreibt Bewital eine Spedition, die aus dem ehemaligen Werksverkehr hervorgegangen ist. Diese firmiert unter westrans Speditionsgesellschaft mbH.

Die Bewital Unternehmensgruppe beschäftigte zum Zeitpunkt der Antragstellung 247 Mitarbeiter/innen (Vollzeitäquivalente). Die Produktionsstätten befinden sich in Südlohn (NRW). Das Investitionsprojekt wurde in Südlohn (NRW) realisiert.

Bewital ist zertifiziert nach ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001 sowie nach GMP Plus.

1.2 Ausgangssituation

Bewital produziert seit 1995 Trockenfutter für Hunde und für Katzen. Die Produktionsmenge an Extrudaten im Jahr 2018 betrug 28.183 t. Damit ist Bewital ein kleinerer Produzent im Vergleich zu den großen Wettbewerbern wie Mars, Nestle etc. Das Ziel des Innovationsprojektes war nicht die Kapazitätssteigerung. Die in 2014 vorhandene Produktionskapazität hätte für die Menge an Extrudaten in 2018 ausgereicht.

Als Rohwaren wurden vor dem Innovationsprojekt ca. 28 % Fleischmehle (FM), ca. 60 % verschiedene pflanzliche Komponenten sowie 12 % tierische Fette eingesetzt, d.h. für 1 kg Trockenfutter (TF) wurden durchschnittlich (exakte Verhältnisse abhängig vom gefertigten Produkt):

- 0,28 kg Fleischmehl
- 0,60 kg pflanzliche Komponenten
- 0,12 kg tierische Fette

eingesetzt.

Für den Ersatz von Fleischmehl durch Frischfleisch (FF) galt der Zusammenhang, dass 4,5 kg Frischfleisch etwa 1 kg Fleischmehl bezogen auf das Endprodukt Trockenfutter (TF) ersetzen. Bei einem völligen Ersatz des Fleischmehls waren daher folgende Mengen je kg Trockenfutter geplant:

- 1,26 kg Frischfleisch
- 0,60 kg pflanzliche Komponenten
- 0,12 kg tierische Fette

Dies bedeutet, dass für den kompletten Ersatz von Fleischmehl auf Rohwarensseiten der Anteil an Frischfleisch auf ca. 65 % ansteigen müsste.

Bezogen auf die Rohwarensseite konnten Extruder nach dem „Stand der Technik“ in 2014 ca. 25 % Frischfleisch einsetzen (konform mit Produktdeklaration von Marktbegleitern). Wenn man die Trocknung mit einbezieht, bedeutete der Einsatz von 25 % Frischfleisch, dass bei den oben genannten Mengenverhältnissen lediglich 0,06 kg oder 21 % des Fleischmehls durch Frischfleisch ersetzt werden würde. Der überwiegende Anteil des Fleischanteils würde auch beim Einsatz von „25 % Frischfleischanteil“ weiterhin durch Fleischmehl gedeckt.

Die nachfolgenden Ausführungen beschreiben einzelne Stufen der Wertschöpfungskette der Trockenfutterproduktion:

Die bezogenen Fleischmehle durchlaufen beispielhaft nachfolgende Prozessschritte beim Fleischmehlproduzenten:

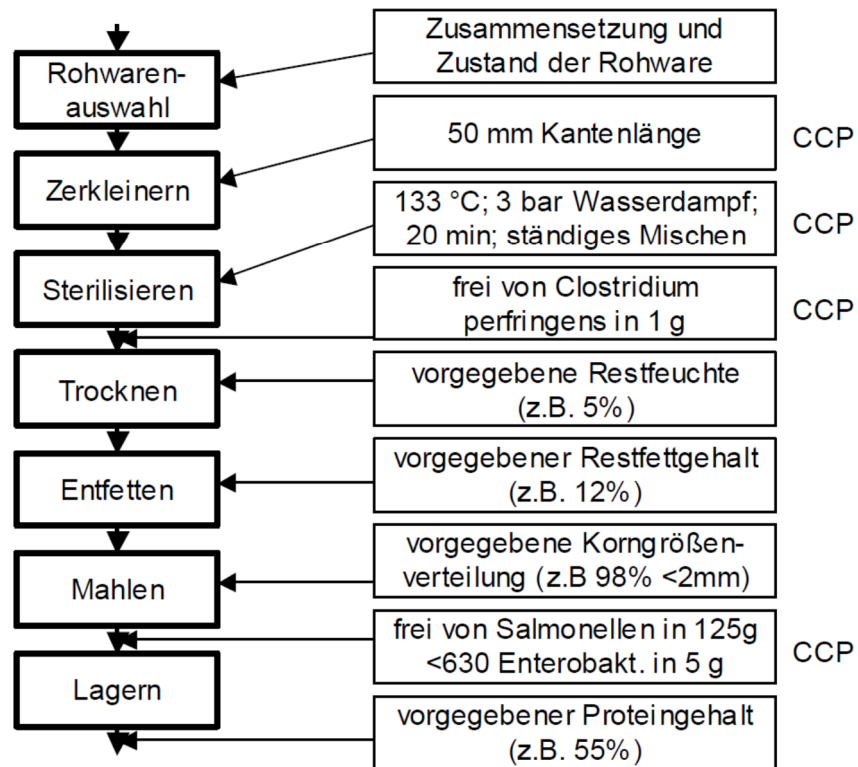


Abbildung 1: Quelle: Technologische Aspekte der Tiermehlherstellung, R. C. Oberthür Fleischmehlfabrik Bröggern, Ulanenstraße 1-3, D-49811 Lingen/Ems

Vor dem Innovationsprojekt wurden die Produkte bei BEWITAL nach den Prozessschritten Einlagern (Rohware), Verwiegung, Zerkleinern (Hammermühle), Mischen und Befeuchten (Konditionierung) auf einem Einwellenextruder des Herstellers Wenger (USA) extrudiert und dann weiter verarbeitet.

Der Herstellungsprozess stellte sich wie folgt dar:

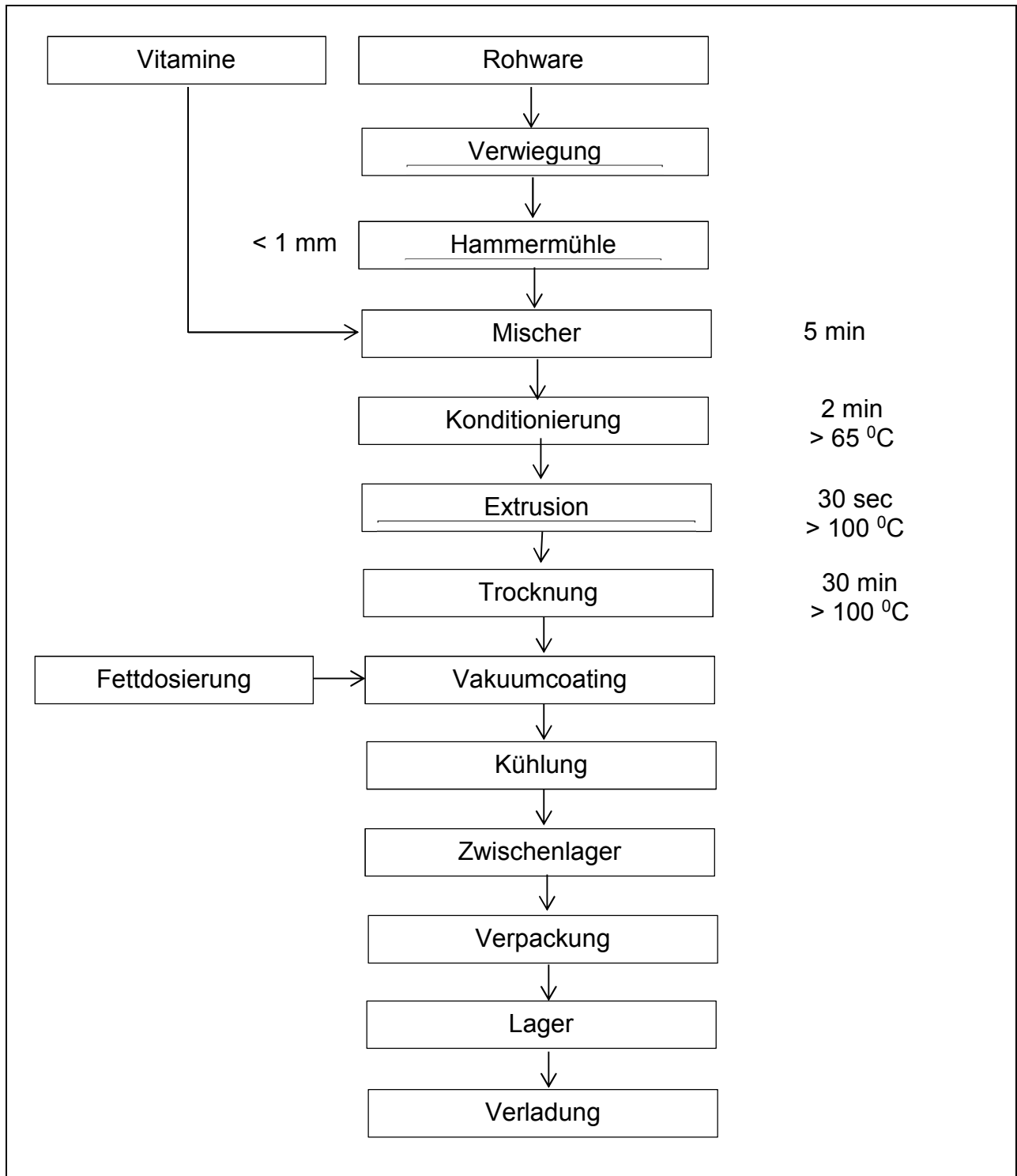


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Trockenfutterproduktion bei Bewital

In den letzten Jahren vor dem Innovationsprojekt wurden Energieeinsparungen durch den Einsatz von Wärmetauschern, Wärmedämmungen und die Umstellung der Dampferzeugung von Heizöl auf Erdgas erzielt. Die Anlage stammte aus dem Jahr 2004 und entsprach zum Zeitpunkt des Innovationsprojektes dem Stand der Technik. Die gleiche Technologie wird nach wie vor auch von großen Unternehmen der Branche eingesetzt.

2. Vorhabensumsetzung

2.1 Ziel des Vorhabens

Das Ziel des Projektes bestand darin, Fleischmehle bei der Herstellung von Trockenfutter durch frisches Fleisch oder frische Schlachtnebenprodukte zu ersetzen.

Dadurch entfallen folgende Prozessschritte sowohl bei der Herstellung von Fleischmehlen (Vorlieferant) als auch bei Bewital:

- Vorlieferant: Erhitzen (zur Sterilisierung)
- Vorlieferant: Mahlen
- Vorlieferant: Trocknung
- Vorlieferant: Transport
- Bewital: Befeuchtung

Im Extrusionsprozess für Trockenfutter wird das Material ohnehin erhitzt und getrocknet, so dass eine Sterilisierung im Prozess bei Bewital prozessinhärent erfolgt. Auf der anderen Seite muss berücksichtigt werden, dass zusätzliche Energie im Extrusionsprozess benötigt wird, da das Fleisch kälter angeliefert wird als das Fleischmehl. Außerdem benötigt das neue Extrusionsverfahren mehr thermische Energie zur Extrusion, weil mehr Wasser im Prozess enthalten ist, wobei ein Teil des Wassers im vorgeschalteten Dekanter über eine mechanische Trocknung aus dem Prozess entfernt wird und damit prinzipielle Vorteile gegenüber der herkömmlichen Prozesskette bietet.

Um Produkte mit einem hohen Frischfleischanteil verarbeiten zu können, war der Austausch des bisherigen Trockners erforderlich. Zum einen ist ein verändertes Trocknungsverfahren erforderlich. (s.u.) Zum anderen wurde der existierende Trockner bei Bewital in der Produktion von Trockenfutter durch Dampf erhitzt. Zukünftig ist eine direkte Beheizung durch Gas geplant. Auch dadurch lässt sich eine Energieeinsparung von ca. 9 % erzielen.

Insgesamt waren Energieeinsparungen nach Tabelle 1 in der Wertschöpfungskette und bei einer Jahreskapazität von 30.000 t/a geplant:

Senkung absoluter Energieeinsatz				
Bezeichnung	IST	NEU	Verbesserung	
	kWh/a	kWh/a	kWh/a	%
Sterilisieren und Trocknen (FM)	5.266.800,00	0,00	5.266.800,00	100,00
Mahlen (FM)*				
Kühlen (FM)	157.500,00	0,00	157.500,00	100,00
Erhitzen (bei Antragstellerin)	0,00	2.682.166,67	-2.682.166,67	-100,00
Extrudieren (bei Antragstellerin)	2.700.000,00	3.960.000,00	-1.260.000,00	-46,67
Trocknen (bei Antragstellerin)	6.426.172,84	5.847.817,28	578.355,56	100,00
SUMME	14.550.472,84	12.489.983,95	2.060.488,89	14,16

* von Bewital nicht zu beziffern

Tabelle 1: Erwartete Senkung des jährlichen Energieeinsatzes bei einer Anlagenkapazität von 30.000 t/a

Zusätzlich wurden noch Materialeinsparungen bzw. Materialstromveränderungen nach Tabelle 2 eingeplant.

Änderung Materialströme				
Bezeichnung	IST	NEU	Verbesserung	
	t/a	t/a	t/a	%
Frischwassereinsatz	3.000,00	0,00	3.000,00	100,00
Fleischmehleinsatz	8.400,00	0,00	8.400,00	100,00

Tabelle 2: Erwartete Änderungen in den Materialströmen bei einer Anlagenkapazität von 30.000 t/a

Die wesentlichen geplanten Umweltschutzwirkungen resultierend aus vermiedenen CO₂-Emissionen durch Senkung des Energieeinsatzes sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Vermeidung CO₂-Emissionen aus Energieeinsparung				
Bezeichnung	IST	NEU	Verbesserung	
	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a	%
Sterilisieren und Trocknen (FM)	1.084,96	0,00	1084,96	100,00
Mahlen (FM)*	0,00	0,00	0,00	0,00
Kühlen (FM)	32,45	0,00	32,45	100,00
Erhitzen (bei Antragstellerin)	0,00	552,53	-552,53	-100,00
Extrudieren (bei Antragstellerin)	852,45	957,96	-105,51	-12,38
Trocknen (bei Antragstellerin)	1.323,79	1.204,65	119,14	9,00
SUMME	3.293,65	2.715,14	578,51	17,56

Tabelle 3: Umwelteffekte auf Jahresbasis
(CO₂-Emissionsfaktor Strom: 0,601 kg_{CO2}/kWh nach UBA „Strommix Inlandsverbrauch 2012“
CO₂-Emissionsfaktor Erdgas: 0,206 kg_{CO2}/kWh(Hs))

2.2 Technische Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)

Zur Zielerreichung waren im Wesentlichen zwei neue Anlagen erforderlich:

- 1.) Dekanter und innovative neue Extrusionstechnologie
- 2.) Angepasste neue Trocknungstechnik

Zu 1.) Dekanter und innovative neue Extrusionstechnologie:

Die größten Probleme beim Einsatz von Frischfleisch im Extrusionsprozess sind die hohen bzw. wechselnden Fettgehalte sowie der hohe Feuchtigkeitsgehalt des Frischfleisches. Um dieses Problem zu lösen, wird dem Extruder ein Dekanter vorgeschaltet. Der Einsatz eines Dekanters ist bisher in der Produktion von Trockenfutter unüblich. Der Dekanter soll einen Teil des Fettes und einen Teil der im Fleisch enthaltenen Feuchtigkeit soweit abtrennen, dass kein zusätzliches Frischwasser mehr im Prozess zugesetzt werden muss. Das Fett und das Überschusswasser sollen in der Produktion entweder beim gleichen Produkt zu einem späteren Zeitpunkt im Produktionsprozess oder bei anderen Produkten eingesetzt werden. Über den zuvor beschriebenen Prozess strebt Bewital an, in neuen Produkten 100 % des Fleischmehls durch Frischfleisch zu ersetzen.

Um das Ziel zu erreichen, sollte eine neue Extrusionstechnologie eingesetzt werden. Der Extruder hat für die Heimtiernahrungsproduktion zwei wesentliche Aufgaben, Formgebung und Stärkeaufschluss der pflanzlichen Einsatzmaterialien, um enthaltene pflanzliche Stärke für den Hund / Katze verdaulich zu machen. Erreicht wird dies durch die Einbringung von Dampf, Wasser und mechanischer Energie in den Extruder (Anmerkung: der Stärkeaufschluss erfolgt bei einer Temperatur, bei der gleichzeitig auch die Sterilisation erfolgt.)

Der Hersteller des Extruders hat eine neue Art von Extrudern entwickelt, bei dem die Dampfbringung deutlich verändert wurde. Wird bei einem „normalen“ Extruder zu viel thermische Energie eingebracht, verstopft dieser und die Produktion muss unterbrochen werden. Der innovative Extruder mit dem ThermalTwin-Verfahren ist so aufgebaut, dass das Produkt mit möglichst wenig mechanischer Energie gemischt und gefördert wird. Dadurch erzielt man den gewünschten Stärkeaufschluss und erhält trotzdem noch eine ansehnliche Krokette, obwohl durch den hohen Feuchtigkeitsgehalt im Prozess kaum mechanische Energie in das Produkt eingebracht wird. Als Kroketten werden die fertigen Hunde bzw. Katzenbrocken bezeichnet. Diese lassen sich in den unterschiedlichsten Formen herstellen. Außerdem wurde das Design der Wellen im Extruder verändert.

Der Prozessschritt „Konditionierung“ (vgl. Abbildung 2) erfolgt in einem sog. Preconditioner. Für das innovative Verfahren wurde ein neuer Preconditioner entwickelt, der eine längere Verweilzeit des Materials im Preconditioner ermöglicht. Der Preconditionierer ist ein Zwei-Wellenmischer mit sehr hoher Mischleistung. Hier wird das trockene Pulver mit Wasser und Dampf vermischt. Der neue Konditionierer bietet die Möglichkeit, durch Anpassung der Mischerdrehzahl die Verweilzeit des Produktes zu ändern, so dass variable Mengen an thermischer Energie eingesetzt werden können. Hierdurch wird ein schonender Kochvorgang erreicht. Dies ist ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal des neuen Verfahrens gegenüber dem konventionellen Extrusionsverfahren. Das führt zu einem schonenderen „Kochvorgang“. Dadurch ist es möglich, bis zu 85 % Frischfleisch in der Gesamtmischung einzusetzen. Auf den Einsatz von Fleischmehlen kann dann gänzlich verzichtet werden.

Zu 2) Trocknung

Produkte mit einem hohen Anteil Frischfleisch sind sehr klebrig. Das führt dazu, dass die Produkte in herkömmlichen Trocknern Klumpen bilden. Aus diesem Grunde ist bei einem Einsatz hoher Mengen Frischfleisch ein mehrstufiges Trocknungsverfahren erforderlich. Da die Kroketten mit hohen Frischfleischanteilen direkt nach dem Extruder noch 40 – 50 % Restfeuchte aufweisen (im Vergleich zu 30 % beim herkömmlichen Verfahren) ist ein besonders effizientes Trocknungsverfahren bei gleichzeitig geringer mechanischer Beanspruchung des Trockenguts erforderlich. Das Verfahren im neuen Trockner zeichnet sich dadurch aus, dass die Kroketten nur minimal mechanisch beansprucht werden. Der neue Trockner wird durch Erdgas direkt beheizt, im Unterschied zum vorherigen Trockner, der durch Dampf beheizt wurde. Dadurch kann der Energieverlust für die Umwandlung von Erdgas zu Dampf und Dampfübertragung zu den Wärmetauschern vermieden werden. Durch das neue Trocknungsverfahren lassen sich ca. 8 - 10 % Energie einsparen, entsprechend ca. 8 – 10 kWh/t.

Die Abbildung 3 zeigt die neue Wertschöpfungskette Trockenfutterherstellung Hunde und Katzen, die den innovativen Verfahrensansatz implementiert hat.

Schlachtbetrieb	Vorlieferant	Trockenfutterproduzent
Erfassen Nebenprodukte aus Schlachtprozess		
	Transport	
	Erfassung Nebenprodukte	
		Zerkleinerung
		Erhitzen
		Dekantieren
	Trocknen*	
	Mahlen*	
	Kühlen*	
	Transport**	
		Einlagerung
		Vermischen
		Zerkleinern / Mahlen
		Befeuchtung
		Extrudieren (energiesparend)
	Trocknen Einsparung	
	Befettung	
	Kühlen	
	Verpackung	

Abbildung 2: Neue Wertschöpfungskette Trockenfutterherstellung Hunde und Katzen, innovativer Produktionsprozess

In der Zeit vom 28.03.2015 bis 01.09.2015 erfolgten Aufbauarbeiten in der Aufstellungshalle.



Abbildung 3: Aufstellungshalle neuer Extruder, Foto vom 28.03.2015



Abbildung 4: Frischfleischtanks während der Isolierarbeiten, Foto vom 07.04.2015

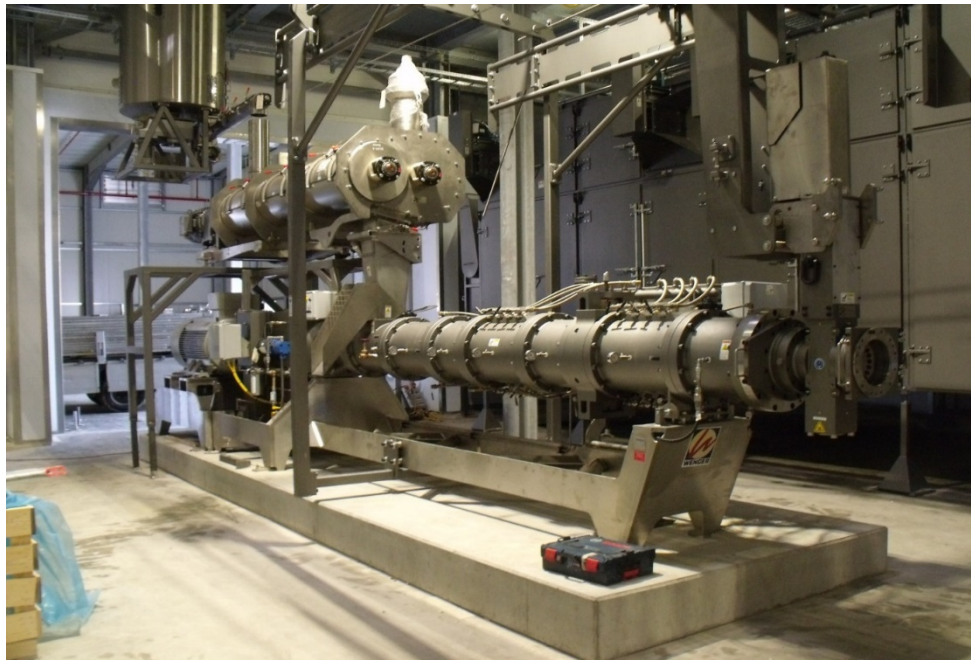


Abbildung 5: Aufbau Extruder und Konditionierer, Foto vom 27.04 .2015



Abbildung 6: Aufbau Vortrockner, Foto vom 05.05.2015

Nachfolgende Abbildung 7 und Abbildung 8 zeigen den Vortrockner und den Extruder nach dem Abschluss der Installationsarbeiten.



Abbildung 7: Vortrockner nach fertiger Installation im Probebetrieb, Foto vom 27.10.2015

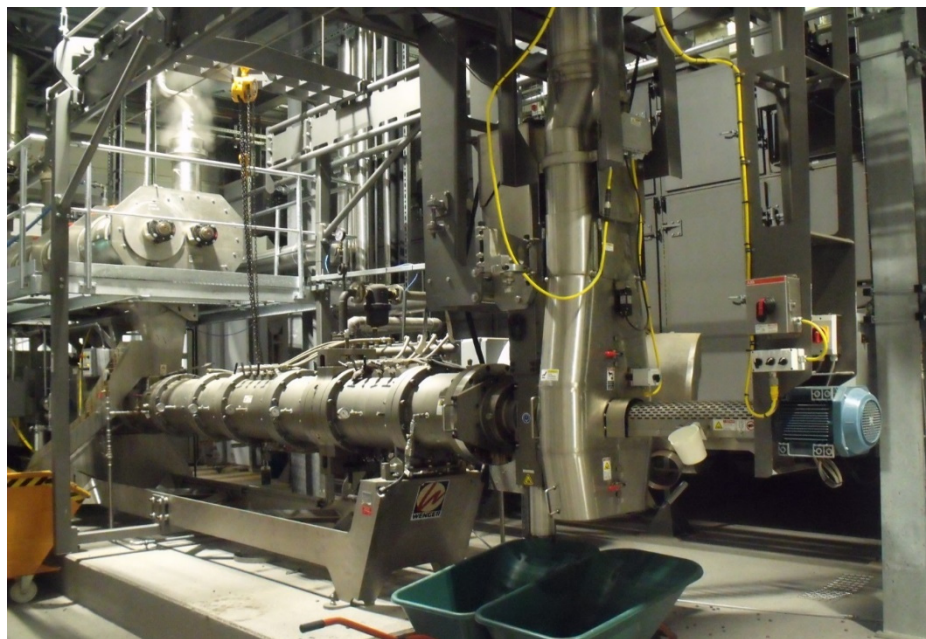


Abbildung 8: Extruder nach fertiger Installation im Probebetrieb, Foto vom 27.10.2015

Für das Projekt war auch der Erwerb eines Fleischwolfes geplant, der in die Anlage integriert werden sollte, und zu 70 % für den Bereich Trockenfutter mit Frischfleisch und 30 % für den Bereich Feuchtfutter eingesetzt werden sollte. Entsprechend sollte der Fleischwolf zu (70 %) gefördert werden. Bewital hat zur gleichen Zeit allerdings ein Werk zur Produktion von Feuchtnahrung errichtet, in dem auch ein Fleischwolf erforderlich wurde. Da es sich während der Bauphase abzeichnete, dass Bewital für das Werk für Feuchtnahrung keine Lizenz für den Export in wichtige Zielmärkte erhalten würden und deshalb die geplanten Absatzmengen im Werk für Feuchtnahrung nicht erreicht würden, wurde der Fleischwolf im Feuchtnahrungswerk

auch für die Fleischvorbereitung im Bereich Trockenfutter genutzt. Aus diesem Grunde wurde der Kauf des Fleischwolfes, der im Förderantrag berücksichtigt war, vorerst zurückgestellt und damit nicht gefördert.

Die gesamte Anlage zur Herstellung von Trockenfutter unter Verwendung von Frischfleisch wurde in 2015/2016 eingefahren. Ein Leistungstest der Anlage wurde am 2. Mai 2016 mit herkömmlichen Rohwaren positiv abgeschlossen.

Aufgrund der unten beschriebenen Probleme verzögerte sich die Produktion von Produkten mit ausschließlich Frischfleisch bis zum November 2017. Erst dann konnten auf der Anlage Produkte mit ausschließlich Frischfleisch produziert werden. Anschließend mussten die Produkte getestet werden. Die Ergebnisse zeigten eindeutig, dass die Hunde die neuen Produkte klar bevorzugten. Die Produkteinführung der neuen Produkte mit ausschließlich Frischfleisch erfolgte im Juni 2018.

Das Ziel des Projektes bestand darin, Fleischmehl durch Frischfleisch und Innereien zu ersetzen. Entsprechend hat das Unternehmen den Anteil Frischfleisch soweit wie möglich erhöht. Folgende Mengen Frischfleisch wurden verarbeitet:

	2015 t/a	2016 t/a	2017 t/a	2018 t/a
Frisches Geflügel	699	3.075	3.423	3.987
Fisch	60	270	357	733
Lamm	165	808	909	1.101
Rind			37	388
sonstige			14	287
Summe	924	4.153	4.740	6.496

Tabelle 5: Frischfleißeinsatz 2015 - 2018

Damit wurde das ursprüngliche Ziel von 300 t/a in 2015 und 840 t/a in 2016 und 1.200 t für 2017 deutlich übertroffen. Erst im Juni 2018 wurden Produkte am Markt eingeführt, die ausschließlich aus Frischfleisch bestanden.

Bei der Inbetriebnahme der Anlage traten folgende Probleme auf:

- a) Die tatsächlichen Abluftmengen waren deutlich höher als ursprünglich geplant. Das war nicht auf den Einsatz von Frischfleisch zurückzuführen. Der Grund lag vielmehr darin, dass Extruder und Trockner für eine Produktionsmenge von 12 t/h ausgelegt waren. Da die Peripherie nicht für eine derart hohe Ausbringungsmenge ausgelegt war, wurde mit einer geringeren Kapazität geplant. Dabei wurde davon ausgegangen, dass sich die Abluftmenge proportional zur Ausbringungsmenge an Extrudaten reduziert. Die Praxis hat allerdings gezeigt, dass die Abluftmenge nicht wesentlich geringer ist, wenn die Anlage mit geringerer Ausbringungsmenge betrieben wird. Deshalb mussten Änderungen an der

Abluftbehandlung durchgeführt werden. (Abluftanlagen waren nicht Gegenstand der Förderung) Das hat dazu geführt, dass der Trocknungsprozess nur eingeschränkt durchgeführt werden konnte und sich dadurch die gesamte Inbetriebnahme verzögert hat.

Durch Vergrößerung der Abluftkanäle konnten erhöhte Abluftmengen von der Anlage abgeführt und der Abluftbehandlung zugeführt werden und die Anlage stabil bei bis zu 50 % Frischfleischanteil betrieben werden.

Um in der Zwischenzeit bereits die angestrebten Produkte mit ausschließlich Frischfleisch produzieren zu können, mussten wir eine Übergangslösung mit den vorhandenen Anlagen schaffen. Seit September 2017 war es möglich, Produkte mit ausschließlich Frischfleisch zu produzieren, allerdings bei geringerer Leistung. Am 5.12.2017 wurde der Wirkungsgrad des vorhandenen Biofilters während der Produktion von Produkten mit ausschließlich Frischfleisch gemessen. Die Messung ergab einen Wirkungsgrad von 99 % und hat damit gezeigt, dass die Geruchsbehandlung bei Produkten aus ausschließlich Frischfleisch mit einem herkömmlichen Biofilter funktioniert.

Um allerdings die Anlage mit voller Produktionskapazität betreiben zu können, war die Erweiterung des Biofilters erforderlich. Die einfache Erweiterung des bestehenden Biofilters hätte zu einer weiteren Vergrößerung des Luftwiderstandes und damit zu einem erhöhten Energiebedarf zur Förderung der Abluft zum Biofilter geführt. Um das zu vermeiden, wurde im Juni 2016 ein Test mit einem Bio-Tricklingfilter durchgeführt. Der Test mit einer Pilotanlage verlief positiv. Ein Test am 19.7.2016 ergab, dass der Bio-Tricklingfilter einen Wirkungsgrad von 98 % erzielte. Deshalb wurde der Ersatz des Biobeets durch einen Bio-Tricklingfilter mit höherer Kapazität geplant. Die Pilotanlage hatte eine Kapazität von 4 m³/h . Für die geplante Abluftreinigung war allerdings eine Kapazität von 100.000 m³/h erforderlich. Entsprechend mussten die aus der Pilotanlage gewonnenen Erkenntnisse bei der Konstruktion der größeren Abluftbehandlungsanlage berücksichtigt werden. Diese angepasste Anlage mit einer Kapazität von 50.000 m³/h wurde am 21.6.2018 erneut getestet. Die angepasste Anlage erreichte einen Wirkungsgrad von 96 %. Die Ergebnisse der erneuten Abluftmessung waren dann auch die Grundlage für die erforderliche Genehmigung nach BimSchG. Um die angestrebte Kapazität zur Abluftreinigung zu erreichen, wurden 2 Module mit jeweils 50.000 m³/h installiert, die exakt der Bauweise entsprachen, die am 21.6.2018 getestet wurden. Die Errichtung der Erweiterung der Abluftbehandlung konnte erst komplett im Januar 2019 umgesetzt werden.

Die bisherigen Erfahrungen mit der neuen Abluftbehandlung sind positiv. Die Geruchsreduktion des Tricklingfilters ist mit der Reinigungsleistung eines traditionellen Biobeetes vergleichbar. Der Luftwiderstand ist allerdings deutlich geringer. Damit lässt sich Energie einsparen. Auch entfällt die Notwendigkeit, das Filtermaterial des Biobeetes in regelmäßigen Abständen auszutauschen.

- b) Die Viskosität der Fleischmischungen hat sich als höher erwiesen, als dieses bei der Anlagenauslegung berücksichtigt wurde. Die Fördereinrichtungen (Rohrleitungen, Pumpen) mussten auf diese höhere Viskosität angepasst werden.

Ursache dafür war, dass ursprünglich geplant war, die Ware aufzuheizen und einzulagern. Einige Rohwaren denaturieren jedoch bei der geplanten Einlagerungstemperatur. Damit war eine warme Einlagerung nicht wie geplant möglich. Die Lagerung des Frischfleisches musste daher gekühlt bzw. durch Kühlung/Halten der Temperatur bei Anlieferung (Tanks mit

Doppelwand) erfolgen. Durch die Kühlung erhält das Fleisch jedoch eine höhere Festigkeit (höhere Viskosität). Dadurch war es erforderlich, eine andere Pumptechnik und Rohre mit größeren Querschnitten zu installieren

- c) Die Grundeinstellung der Betriebsweise des Trockners wurde seitens des Anlagenherstellers nach der ersten Inbetriebnahme nochmals geändert (25.01.2016-02.02.2016). Dadurch konnte ein stabilerer Betrieb der Gesamtanlage erreicht werden.

Die im Leistungstest erreichte maximale Leistung der Gesamtanlage von 12 t/h pro Stunde mit konventionellen Rohwaren entsprach der Spezifikation. Jedoch kam es bei entsprechend hohem Frischfleischanteil zu deutlichen Einbußen bei der Produktionskapazität. Der Grund hierfür war, dass selbst nach der Dekantierung der Feuchtigkeitsgehalt des Zwischenprodukts nach dem Extruder so hoch war, dass im Trockner Probleme entstanden. Die Einbußen in der Produktionskapazität bei Produkten mit ausschließlich Frischfleisch betragen ca. 40 % gegenüber herkömmlichen Produkten. Energietisch ist die Dekantierung als „mechanische Trocknung“ effizienter als die Trocknung über Hitze.

- d) Die mechanische Trennung von Fleisch, Wasser und Fett hat sich als schwieriger herausgestellt als ursprünglich geplant. Insbesondere war auch die Reinigung des Dekanters mit unverhältnismäßig hohem Einsatz von Wasser verbunden. Die dafür erforderlichen Abwassermengen waren für das Unternehmen nicht akzeptabel. Außerdem war die Trennung der Fett- und der Wasserphase nicht trennscharf, sodass beim Nachfetten der Produkte noch zu viel Wasser mit in das Produkt gelangte. Aus diesen Gründen hat das Unternehmen mit dem Lieferanten des Dekanters vereinbart, den installierten Dekanter (3 – Phasen-Trennung) gegen einen Zwei-Phasen-Dekanter und einen Separator austauschen. Das sollte eine bessere Trennung der Flüssigphase ermöglichen. Der neue Dekanter besitzt eine höhere Durchsatzleistung, sodass die geplante Anlagenkapazität für die Verarbeitung von Frischfleisch erreicht werden kann. Um das hohe Aufkommen an Abwasser bei der Reinigung des Dekanters zu vermeiden, wurde der neue Dekanter im Gegensatz zum alten mit Clean-In-Production-Einrichtungen (CIP) ausgestattet. Dies ermöglichte uns die Reinigung mit wesentlich geringerem Einsatz an Wasser und entsprechenden Reinigungsmitteln. Dafür wurde eine Zuzahlung in Höhe von 179.000 € geleistet, die das Unternehmen aus eigenem Budget getragen hat. Das Gerät wurde bis zum 30.6.2017 geliefert. Die Installation und Inbetriebnahme wurde bis zum 31.8.2017 abgeschlossen.
- e) Die Verarbeitung von Fisch war auf Grund der unterschiedlichen Konsistenz (Viskosität, „Festigkeit“) der angelieferten Frischware trotz gleicher Verhältnisse von Wasser zu Eiweiß zu Beginn nicht möglich. Dieses Problem konnte jedoch durch Steuerung des Aufwärmprozesses und mit Erfahrung gelöst werden.
- f) Im Fleisch befanden sich trotz des Fleischwolfes gelegentlich Fleischstücke, die den Prozess beeinträchtigt haben. Aus diesem Grunde wurde im Herbst 2017 ein weiterer Zerkleinerer beschafft. Dieser wurde nach den Frischfleischtanks installiert, um große Frischfleischstücke, die zu Verstopfungen von Anlagen und Rohrleitungen führten, zu zerkleinern. Dieser Zerkleinerer ist nicht mit dem Teilvorhaben 7 Fleischwolf zu verwechseln.

- g) Zum Betrieb des Dekanters und des Separators ist ein zusätzlicher Mitarbeiter in der Produktion pro Schicht erforderlich. Das hat zu höherem Aufwand für Personalkosten geführt.
- h) Insgesamt ist mit der Verarbeitung von Frischfleisch ein deutlich höherer Aufwand für Disposition und Planung verbunden. Das angelieferte Frischfleisch muss innerhalb von weniger als 4 Stunden nach Ankunft verarbeitet werden. Entsprechend gering ist der Spielraum für kurzfristige Änderungen der Produktionsabfolge. Auch ist die Termintreue der Lieferanten von herausragender Bedeutung.
- i) Das angelieferte Fleisch enthält einen Fettanteil von ca. 12 %. Um die angestrebten Proteinwerte zu erreichen und weiter auf pflanzliche Proteinkonzentrate zu verzichten, musste mehr Frischfleisch pro kg Trockenfutter eingesetzt werden, als ursprünglich geplant. Das hat zu höheren Produktkosten geführt.

In 2017 haben wir bereits 4.740 t an Frischfleisch eingesetzt. Damit haben wir das für 2017 kommunizierte Ziel zum Einsatz von 1.200 t pro Jahr deutlich überschritten.

2.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

Zur Errichtung der Anlage war eine behördliche Genehmigung gemäß Ziffer 7.34.1 des Anhanges der 4. BImSchV erforderlich. Die erforderliche Genehmigung wurde mit dem Aktenzeichen **63-03656/2013-bus** erteilt. Die Anlage wurde sicherheitstechnisch beurteilt und für den Betrieb freigegeben.

2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Bei der Durchführung des Messprogramms musste gegenüber der Aktualisierung des Messstellenplans vom 20. Dezember 2016 eine weitere Änderung vorgenommen werden. Nachfolgende Tabelle 6 zeigt den letztgültigen Messstellenplan.

SOLL-Zustand						
S.1	Transport / Erfassung Nebenprodukte (NEU)	Kraftstoff	ltr.		BEWITAL / saller GmbH	Literaturwerte
S.2	Transport	Entfernung	km	Einmalig	BEWITAL	Werte aus Landkarte / Navigationssystem: Entfernung Lieferant - BEWITAL
S.3	Einlagerung	Wärme (Warmwasser)	kWh	Chargenweise	BEWITAL / saller GmbH	Messung über mobilen Wärmemengenzähler saller
S.4	Einlagerung	Kälte	kWh	Chargenweise	BEWITAL / saller GmbH	Messung über mobilen Wärmemengenzähler saller
S.5	Erwärmen vor Dekanter	Wärme (Dampf)	kWh	Chargenweise	BEWITAL	Wärmemengenzähler BEWITAL (vorhanden)
S.6a	Pumpen	El. Energie	kWh	Chargenweise	BEWITAL / saller GmbH	Elektrische Stromaufnahme über Messkoffer saller
S.6b	Zerkleinerer	El. Energie	kWh	Chargenweise	BEWITAL / saller GmbH	Elektrische Stromaufnahme über Messkoffer saller
S.7	Dekanter	El. Energie	kWh	Chargenweise	BEWITAL / saller GmbH	Elektrische Stromaufnahme über Messkoffer saller
S.8	Konditionierer	El. Energie	kWh	Chargenweise	BEWITAL / saller GmbH	Elektrische Stromaufnahme über Messkoffer saller
S.9	Konditionierer	Wärme (Dampf)	kWh	Chargenweise	BEWITAL	Auslesung Anlagensteuerung Wenger
S.10	Extruder	Strom	kWh	Chargenweise	BEWITAL	Auslesung Anlagensteuerung Wenger
S.11	Extruder	Wärme (Dampf)	kWh	Chargenweise	BEWITAL	Auslesung Anlagensteuerung Wenger
S.12	Vortrockner	Strom	kWh	Chargenweise	BEWITAL	Stromzähler BEWITAL
S.13	Vortrockner + Haupttrockner	Erdgas	kWh(Hs)	Chargenweise	BEWITAL	Erdgaszähler BEWITAL
S.14	Haupttrockner	El. Energie	kWh	Chargenweise	BEWITAL	Stromzähler BEWITAL
S.15	Frischware	Rohmaterial	kg	Chargenweise	BEWITAL	Aus Lieferscheinen
S.16	Vermischen	Ausgangsmaterial	kg	Chargenweise	BEWITAL	Aus Chargenprotokollen
S.17	Verpackung	Endprodukt	kg	Chargenweise	BEWITAL	Aus Chargenprotokollen
S.18	Trockenmischungen	Rohmaterial	kg	Chargenweise	BEWITAL	Aus Chargenprotokollen
S.19	Fettzugabe	Rohmaterial	kg	Chargenweise	BEWITAL	Aus Chargenprotokollen
S.19a	Fettprodukte	Kuppelprodukt	kg	Chargenweise	BEWITAL	Aus Chargenprotokollen

Tabelle 6: Messstellenplan Stand 1. August 2018

Die Messstellen werden in der nachfolgenden Abbildung 9 visualisiert.

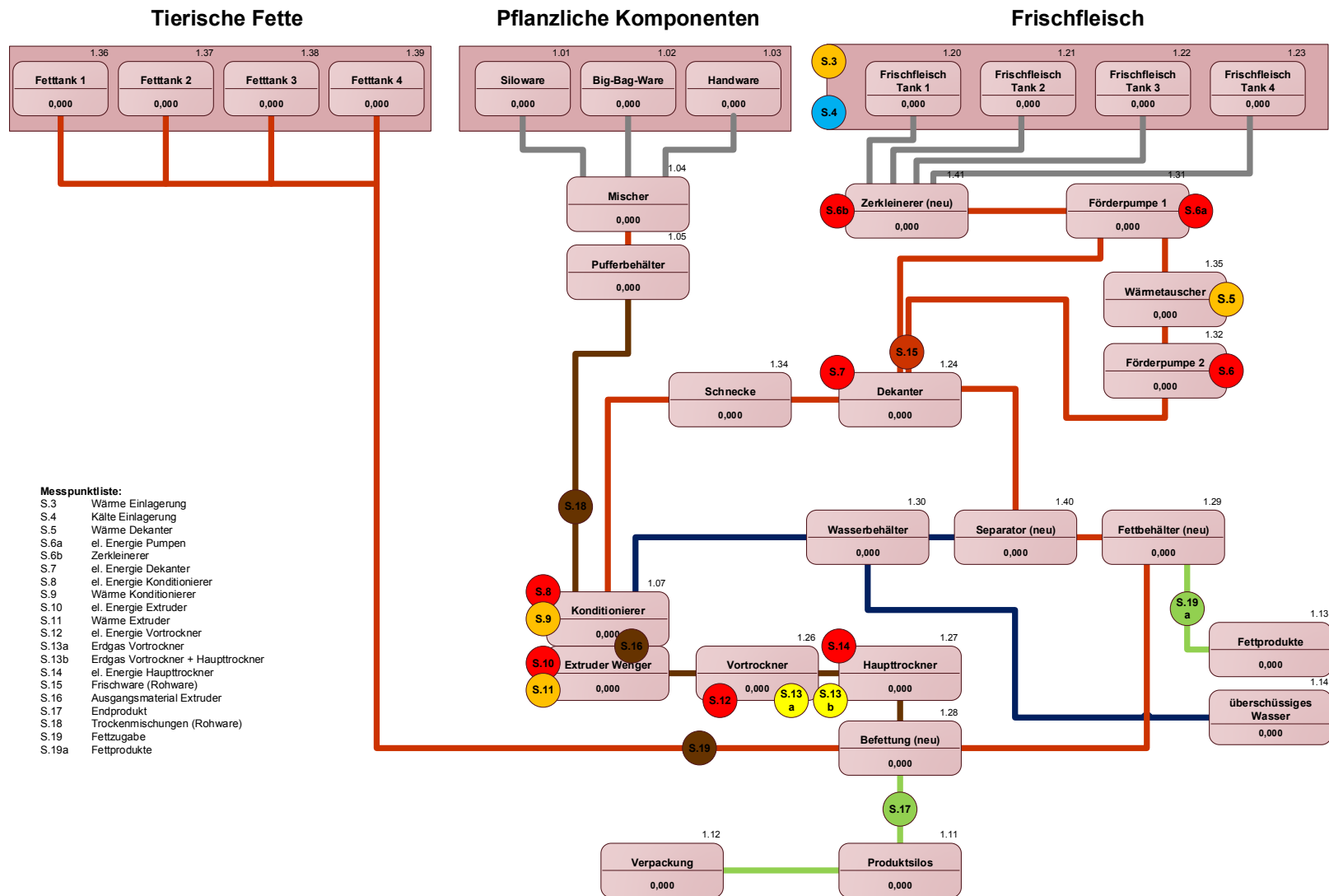


Abbildung 9: Schematische Darstellung des innovativen Verfahrens mit visualisiertem Messstellenplan

2.6 Konzeption und Durchführung der Erfolgskontrolle

Der Erfolg der Maßnahme kann relativ einfach anhand der eingesetzten Menge Frischfleisch für die Herstellung von Trockenfutter ermittelt werden, weil dadurch Fleischmehle ersetzt werden. Die angestrebten Ergebnisse sind übertroffen worden.

	2015 t/a	2016 t/a	2017 t/a	2018 t/a
Frisches Geflügel	699	3.075	3.423	3.987
Fisch	60	270	357	733
Lamm	165	808	909	1.101
Rind			37	388
sonstige			14	287
Tatsächlich Gesamt	924	4.153	4.740	6.496
Ziel lt. Planung	300	840	1.200	
Grad der Erfüllung	308 %	494 %	395 %	

Tabelle 7: Frischfleißeinsatz 2015 - 2018

Der Hauptfokus der Einspareffekte liegt im Bereich Energie. Aufgrund der Zertifizierung nach ISO 50 001 waren schon an vielen Stellen Messstellen eingebaut. Bei der neuen Anlage wurden auch wieder die wesentlichen Verbraucher

- Dekanter,
- Extruder und
- Trockner

jeweils mit Strom- und Erdgaszähler ausgerüstet und messtechnisch erfasst. Der dazugehörige Massenstrom an Produkten wurde über die Fertigungsaufträge erfasst. Der bestehende Extruder war bereits mit einer Energiedatenerfassung ausgerüstet, so dass ein direkter Vergleich des Extrusionsprozesses möglich war. Die vorgelagerten Prozesse der Fleischmehlproduktion mussten anhand von Literaturwerten erfolgen, da Bewital hierfür keine Angaben zur Verfügung stehen.

3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung

3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung

Die in Kapitel 2.3 beschriebenen Probleme bei der Umsetzung der Maßnahme wurden von der Fördernehmerin systematisch untersucht, um wirksame Lösungen zur Problembeseitigung zu erarbeiten.

Der sich als entscheidend herausgestellte Sachverhalt ist, dass höhere Anteile Frischfleisch erforderlich wurden, um die angestrebten Proteinwerte zu erreichen. Bei Antragstellung wurde davon ausgegangen, dass 1 kg Fleischmehl durch 4,5 kg Frischfleisch ersetzt werden kann.

Dieser Zusammenhang ist zwar prinzipiell für den Trockensubstanzgehalt des Frischfleisches gültig (ca. 30 %), jedoch setzt sich diese Trockensubstanz aus Protein und Fett zusammen. Die angelieferten Fleischqualitäten wiesen allerdings höhere Fettgehalte und geringere Proteinwerte auf als ursprünglich geplant. Um die angestrebten Proteingehalte der Endprodukte zu erreichen, musste deshalb mehr Frischfleisch eingesetzt werden als ursprünglich geplant.

Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde nachfolgendes Fließbild (Abbildung 10) für die Beschreibung des Prozesses der Fleischmehlherstellung gem. der in Abbildung 1 und auch Abbildung 10 angegebenen Quelle erstellt. Das Fließbild zeigt dabei maßstäblich die erforderlichen Summenströme für Wasser, Protein, Fett und Asche, um z. B. 1 kg Fleischmehl erzeugen zu können.

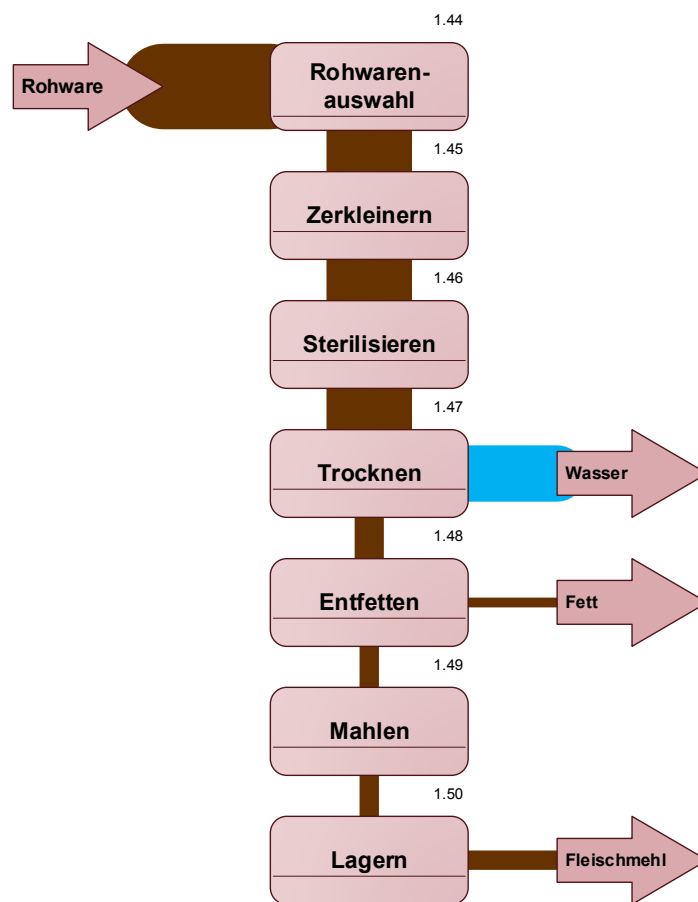


Abbildung 10: Massenfließbild der Fleischmehlherstellung bei einem Proteingehalt des Fleischmehls von ca. 76 % und einem Wassergehalt von 5 % zur Beschreibung des IST-Zustands gem. Quelle: Technologische Aspekte der Tiermehlherstellung, R. C. Oberthür Fleischmehlfabrik Bröggern, Ulanenstraße 1-3, D-49811 Lingen/Ems

Für die Herstellung von 1 kg Fleischmehl mit einem Wassergehalt von 5 % und einen Proteingehalt von 80 % bezogen auf die Trockensubstanz muss 4,41 kg Rohware zur Fleischmehlproduktion eingesetzt werden. Auf Grund der gem. durchschnittlicher Rezeptur der gefertigten Tockenfutterprodukte von

- 0,28 kg Fleischmehl
- 0,60 kg pflanzliche Komponenten
- 0,12 kg tierische Fette

ist für die Produktion von 30.000 t/a an Trockenfutter der Einsatz von 8.400 t/a Fleischmehl erforderlich.

Für die Produktion von 8.400 t/a an Fleischmehl muss dabei wiederum Rohware von 36.960 t/a eingesetzt werden. Da in der in Abbildung 1 genannten Literaturquelle nur verfahrenstechnische Parameter, nicht jedoch tatsächliche Energieverbräuche genannt werden, wurde bei der Antragstellung durch die Fördernehmerin der erforderliche Energieverbrauch zur Fleischmehlproduktion an hand der durchschnittlichen Werte bei der Fördernehmerin bzw. aus thermodynamischen Zusammenhängen berechnet. Dabei wurden folgende Sachverhalte nur unzureichend berücksichtigt:

- Es wurde davon ausgegangen, dass bei der Fleischmehlproduktion 30.000 t/a an Rohware eingesetzt werden muss und
- bei die Trocknung des Fleischmehls auf Endfeuchte wurde angenommen, dass die Sterilisierung mit einer Erwärmung auf 133 °C bereits die Trocknung mit einschließt.

Beide Annahmen stellen sich nach den gewonnenen Erkenntnissen bei des Umsetzung des Projekts bzw. bei Abarbeitung der Messprogramms als nicht hinreichend zutreffend heraus.

Die bei der Fleischmehlherstellung erforderliche Fleischrohwarenmenge beträgt 36.960 t/a und ist damit gut 10 % höher als ursprünglich angenommen. Darüber hinaus wird zwar in der Dampfsterilisierung der Siedepunkt des Wassers bei Umgebungsdruck überschritten, bei einem Prozessdruck in der Sterilisierung von 3 bar wird jedoch gerade die Sättigungstemperatur von Dampf erreicht. Dies bedeutet, dass in der Sterilisierung noch keine Trocknung stattfinden kann. Daher muss die Beschreibung des IST-Zustands (Energieverbräuche Fleischmehlherstellung) geändert werden.

Bei der Sterilisierung wird für die Erwärmung der Rohware (36.960 t/a) bei der Fleischmehlproduktion vereinfachend angenommen, dass nur der Wasseranteil der Rohware (70 % = 25.872 t/a) von 20 °C auf 133 °C erwärmt werden muss. Die Enthalpie des Wasser ändert sich dabei von 88,5 kJ /kg auf 561,4 kJ/kg. Bei einem angenommenen Wirkungsgrad der Dampfsterilisierung von 80 %, muss eine Energie in Form von Erdgas (bezogen auf den Brennwert) von

$$Q_{EG} = 25.876.000 \text{ kg/a} \times (561,4 - 88,5) \text{ kJ/kg} / (3.600 \text{ kJ/kWh} \times 0,8 \times 0,9)$$

$$Q_{EG} = 4.720.243 \text{ kWh}(H_s)/a$$

aufgebracht werden (gegenüber dem ursprünglichen Wert wurde hier die Erwärmung der Trockensubstanz vernachlässigt).

Für die Trocknung soll angenommen werden, dass die Hälfte des Wassergehalts der Rohware mechanisch (durch Pressen oder „Schleudern“) entfernt werden kann, dass jedoch die verbleibende Hälfte durch eine thermische Trocknung auf Endfeuchte verdampft werden muss. Dies bedeutet, dass von den 25.782 t/a an Wasser die Hälfte (12.936 t/a) in den thermischen

Trocknungsprozess gelangt. Bei einer Verarbeitung von 8.400 t/a Fleischmehl bei der Fördernehmerin wird bei 5 % Wassergehalt des verarbeiteten Fleischmehls eine Wassermenge von 420 t/a nach der thermischen Trocknung noch im Fleischmehl verbleiben, so dass insgesamt eine Wassermasse von 12.516 t/a in der thermischen Trocknung bei der Fleischmehlproduktion verdampft werden muss. Die Enthalpie von Satttdampf beträgt bei Umgebungsdruck (1 bar) 2.675 kJ/kg, von Wasser bei 20 °C 88,5 kJ/kg. Der Erdgasbedarf zur thermischen Trocknung beträgt bei einem Prozesswirkungsgrad von 80 %

$$Q_{EG} = 12.516.000 \text{ kg/a} \times (2.675 - 88,5) \text{ kJ/kg} / (3.600 \text{ kJ/kWh} \times 0,8 \times 0,9)$$

$$Q_{EG} = 12.489.442 \text{ kWh(H}_s\text{)/a}$$

Der Gesamtenergieverbrauch der Fleischmehlproduktion ist daher von 5,267 Mio. kWh(Hs)/a auf rd. 17,2 Mio. kWh(Hs)/a zu korrigieren. Der spez. Energieverbrauch der Fleischmehlproduktion würde damit bezogen auf die verarbeitete Menge an Rohware (RW) bei ca. 465 kWh/t_{RW} liegen. Auf Grund der getroffenen Annahmen wird dieser Wert als konservativ, d. h. tendenziell eher am unteren Ende der tatsächlichen Werte liegend angesehen. In Tabelle 8 sind die ursprünglichen Werte bei Antragstellung und die Werte auf Grund der Erkenntnisse nach Durchführung der Maßnahmen dargestellt.

Energieverbrauch im IST-Zustand		
Bezeichnung	IST	IST
	bei Antragstellung	nach Erkenntnissen
	kWh/a	Messprogramm
	kWh/a	kWh/a
Sterilisieren und Trocknen (FM)	5.266.800,00	17.209.684,72
Mahlen (FM)*		
Kühlen (FM)	157.500,00	157.500,00
Erhitzen (bei Antragstellerin)	0,00	0,00
Extrudieren (bei Antragstellerin)	2.700.000,00	2.700.000,00
Trocknen (bei Antragstellerin)	6.426.172,84	6.426.172,84
SUMME	14.550.472,84	26.493.357,56

Tabelle 8: Korrigierte Darstellung der IST-Situation des Energieverbrauchs nach Erkenntnissen des Messprogramms im Vergleich zur Darstellung der IST-Situation bei Antragstellung

Auf Basis des korrigierten IST-Zustands hinsichtlich des Energieverbrauchs sind auch die Werte für die CO₂-Emissionen im IST-Zustand zu korrigieren (siehe Tabelle 9).

CO₂-Bilanz im IST-Zustand		
Bezeichnung	IST	IST
	bei Antragstellung	nach Erkenntnissen
	tCO ₂ /a	Messprogramm
		tCO ₂ /a
Sterilisieren und Trocknen (FM)	1.084,96	3.545,20
Mahlen (FM)*	0,00	0,00
Kühlen (FM)	32,45	32,45
Erhitzen (bei Antragstellerin)	0,00	0,00
Extrudieren (bei Antragstellerin)	852,45	852,45
Trocknen (bei Antragstellerin)	1.323,79	1.323,79
SUMME	3.293,65	5.753,88

Tabelle 9: Korrigierte Darstellung der IST-Situation der CO₂-Emissionen nach Erkenntnissen des Messprogramms im Vergleich zur Darstellung der IST-Situation bei Antragstellung

3.2 Stoff- und Energiebilanz

Bei der Umsetzung der Maßnahme und der Optimierungsmaßnahmen wurden im begleitenden Messprogramm von insgesamt 28 Chargen unterschiedlicher Fleischsorten die erhobenen Messdaten ausgewertet. Davon werden jedoch lediglich die Ergebnisse der letzten fünf Chargen hier dargestellt, da erst bei diesen Chargen alle aufgetretenen Probleme behoben und auch die nötige Betriebserfahrung bei der Verarbeitung von Frischfleisch vorlagen. Diese Chargen bilden daher die repräsentative Betriebszustände des innovativen Verfahrens für die unterschiedlichen verarbeiteten Fleischsorten ab.

Bei der Fleischmehlproduktion fallen gem. Fließbild Abbildung 10 zwangsläufig Fettprodukte an. Diese Fettprodukte wurden bei der energetischen Bewertung des IST-Zustands nicht weiter betrachtet. Um eine Vergleichbarkeit der Daten zwischen konventionellem und innovativem Verfahren gewährleisten zu können, werden auch beim innovativen Verfahren ggfs. entstandene Fettprodukte nicht weiter betrachtet.

In Tabelle 10 sind die verarbeiteten Fleischsorten und Mengen dargestellt.

Verarbeitungsmengen im Messprogramm	
Fleischsorte	Masse
	t
Rind	53,2
Lachs	50,3
Ente	55,3
Lamm	51,2
Geflügel	40,9
SUMME	250,9

Tabelle 10: Verarbeitete Frischfleischsorten mit Einsatzmenge

Die Anlieferung des Frischfleisches erfolgte direkt zur Produktion. Dadurch war ein längeres Einlagern mit Kühlen des Frischfleisches nicht erforderlich. Darüber hinaus wurde das Frischfleisch auch warm angeliefert, so dass bei der Fördernehmerin nur ein „Warmhaltebetrieb“ erforderlich war.

Die einzelnen Verfahrensschritte bzw. Anlagen des innovativen Verfahrens können zu vier übergeordneten Prozessen zusammengefasst werden:

- Kühlen (bzw. Lagerung)
- Erhitzen (für Separation der einzelnen Phasen im Dekanter)
- Extrudieren (inkl. Vermischen der Rohwaren)
- Trocknen auf Endfeuchte

Der spez. Energieverbrauch bezogen auf die verarbeitete Masse an Frischfleisch ist aufgeteilt nach den genannten vier Prozessen in Abbildung 11 dargestellt. Der Energieverbrauch wird zu ca. 80 % vom Energieverbrauch der Trocknung bestimmt. Im Mittel beträgt der spez. Energieeinsatz des innovativen Verfahrens bezogen auf den Frischfleißeinsatz (FF) etwa 235 kWh/t_{FF}. Allein der Vergleich mit dem spez. Energieeinsatz bei der Fleischmehlproduktion von (mind.) 465 kWh/t_{RW} zeigt die Vorteilhaftigkeit des innovativen Verfahrens.

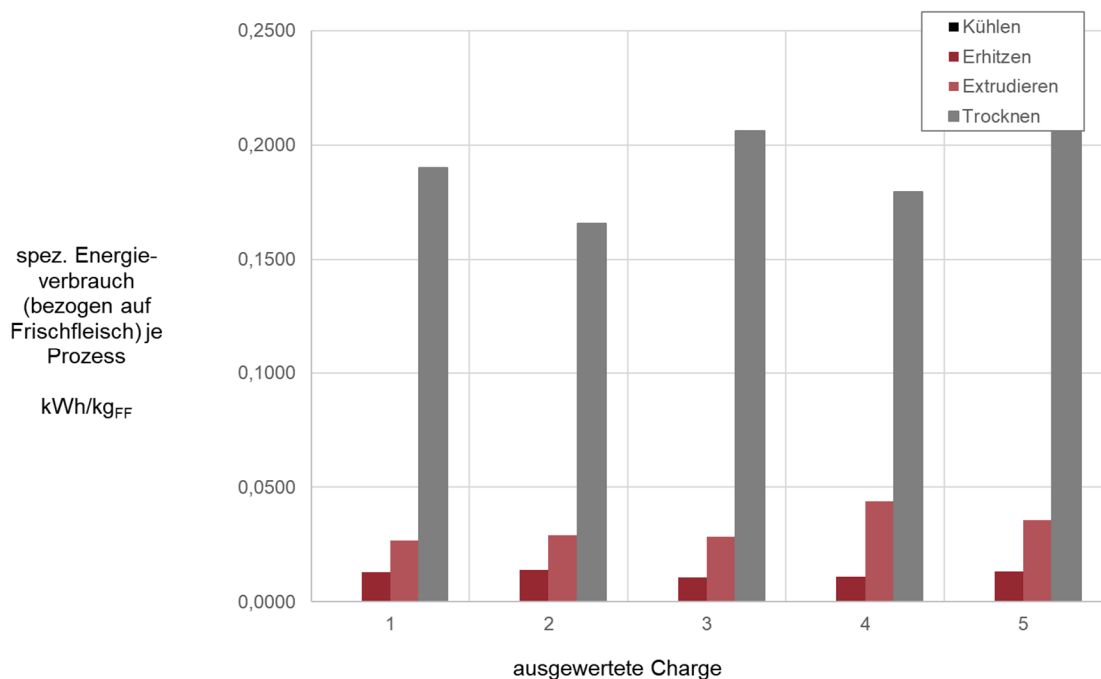


Abbildung 11: spez. Energieverbrauch bezogen auf die verarbeitete Masse an Frischfleisch nach Prozessen des innovativen Verfahrens

3.3 Umweltbilanz

Auf Basis dieser Ergebnisse wurde für die Produktion von 30.000 t/a an Trockenfutter die Energieverbräuche des innovativen Verfahrens ermittelt (vgl. Tabelle 11).

Senkung absoluter Energieverbrauch						
Bezeichnung	IST	geplant	NEU	Verbesserung		
				geplant	NEU	
	kWh/a		kWh/a	kWh/a	kWh/a	%
Sterilisieren und Trocknen (FM)	17.209.685	0	0	17.209.685	17.209.685	100,00
Mahlen (FM)*						
Kühlen (FM)**	157.500	0	1.009.176	157.500	-851.676	-540,75
Erhitzen (bei Fördernehmerin)	0	2.682.167	919.504	-2.682.167	-919.504	-
Extrudieren (bei Fördernehmerin)	2.700.000	3.960.000	2.436.709	-1.260.000	263.291	9,75
Trocknen (bei Fördernehmerin)	6.426.173	5.847.817	14.288.598	578.356	-7.862.425	-122,35
SUMME	26.493.358	12.489.984	18.653.988	14.003.374	7.839.370	29,59

Tabelle 11: IST-Verbrauch, geplanter (erwarteter) und tatsächlich erreichter (NEU) Energieverbrauch nach Umsetzung der Maßnahme

Die Ergebnisse zeigen, dass der Energieverbrauch für das Trocknen bei der Fördernehmerin gegenüber den Annahmen bei Antragstellung erheblich unterschätzt wurde.

Weniger Energie als erwartet wird bei der Lagerung und dem Erhitzen verbraucht. Der dort erwartete Energieverbrauch ist geringer als angenommen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass beim „Kühlen“ bei „NEU“ der Energieverbrauch zur Einstellung der Anlieferungstemperatur des Frischfleisches enthalten ist. Trotzdem ist der Energieverbrauch für Kühlen und Erhitzen in Summe geringer als ursprünglich angenommen. Wahrscheinlich ist die Anlieferung direkt zur Verarbeitung hierfür ausschlaggebend. Auch der tatsächliche Energieeinsatz für das Extrudieren fällt deutlich geringer aus als ursprünglich erwartet.

Bezogen auf das konventionelle Verfahren zeigt das innovative Verfahren mit knapp 30 % eine deutliche Verbesserung bzgl. des Energieverbrauchs auf. Dabei ist der Energieverbrauch für das Mahlen des Fleischmehls noch nicht berücksichtigt. Bei Antragstellung wurde eine Verbesserung von ca. 14 % erwartet. Mit knapp 30 % wurde diese Erwartung fast um das Doppelte übertroffen.

Die Wirkungen zum Umweltschutz ermitteln sich im wesentlichen in vermiedenen CO₂-Emissionen durch die Senkung des Energieverbrauchs. Die CO₂-Emissionen wurden auf Basis der Emissionsfaktoren bei Antragstellung berechnet, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Bei der Antragstellung wurde für

- Erdgas ein Emissionsfaktor von 0,206 kg_{CO2}/kWh_(HS) und für
- Strom von 0,601 kg_{CO2}/kWh

verwendet.

Die Verwendung des Emissionsfaktors Strommix Deutschland 2017 mit einem Wert von 0,489 kg_{CO2}/kWh würde die tatsächlich erreichte Einsparung an CO₂-Emissionen auf deutlich über 1.000 t_{CO2}/a erhöhen.

Vermeidung CO ₂ -Emissionen aus Energieeinsparung						
Bezeichnung	IST	geplant	NEU	Verbesserung		
				geplant	NEU	%
	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a	%
Sterilisieren und Trocknen (FM)	3.545	0	0	3.545	3.545	100,0
Mahlen (FM)*	0	0	0	0	0	
Kühlen (FM)	32	0	607	32	-574	-1.769,4
Erhitzen (bei Antragstellerin)	0	553	189	-553	-189	
Extrudieren (bei Antragstellerin)	852	958	839	-106	13	1,5
Trocknen (bei Antragstellerin)	1.324	1.205	3.422	119	-2.098	-158,5
SUMME	5.754	2.715	5.057	3.039	697	12,1

Tabelle 12: IST-Mengen, geplanter (erwarteter) und tatsächlich erreichter (NEU) CO₂-Emissionen nach Umsetzung der Maßnahme

Die Tabelle 12 zeigt die erreichten Änderungen bei den CO₂-Emissionen. Das bei Antragstellung erwartete Ziel von einer Einsparung von 578 tCO₂/a (vgl. Tabelle 3 Seite 12) konnte mit einem erreichten Wert von fast 700 tCO₂/a deutlich übertroffen werden.

Im neuen innovativen Verfahren wird zwar erheblich weniger Energie verbraucht, aber beim Extrudieren sowie beim Trocknen wird doch ein deutlicher Anteil an elektrischer Energie eingesetzt. Daher ist die prozentuale Einsparung bei den vermiedenen CO₂-Emissionen geringer als die relative Einsparung beim Energieeinsatz. Bei der Bewertung ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei der Fleischmehlherstellung Anteile von elektrischer Energie komplett vernachlässigt wurden und darüber hinaus der Prozess des Mahlens bei der Tierrmehlproduktion ebenfalls vernachlässigt wird. Die ermittelten Werte sind daher tendenziell zu ungunsten des innovativen Verfahrens.

Bezüglich des Materialeinsatzes wurden die Ziele erreicht (siehe Tabelle 13), Werte bezogen auf eine Jahresproduktion an Trockenfutter (TF) von 30.000 t/a.

Änderung Materialströme (bezogen auf 30.000 t _{TF} /a)				
Bezeichnung	IST	NEU	Verbesserung	
	t/a	t/a	t/a	%
Frischwassereinsatz	3.000,00	0,00	3.000,00	100,00
Fleischmehleinsatz	8.400,00	0,00	8.400,00	100,00

Tabelle 13: Massenbilanz nach Umsetzung der Maßnahme

3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Zum Zeitpunkt der Antragstellung war Bewital bewusst, dass mit der Hinzunahme neuer Prozesse und die damit verbundenen Energieverbräuche, mit höheren Energiekosten zu rechnen waren. Teilweise kompensiert werden sollte dies durch geringere Kosten bei den Rohmaterialien. Darüber hinaus erwartete Bewital für die qualitativ höherwertigen Produkte einen höheren Erlös.

Bewital hat im Jahr 2018 die Produktlinie Mastercraft eingeführt, die Basis für die gewonnenen Daten ist. Das Ziel bei der neuen Produktlinie bestand darin, das Qualitätsimage von Produkten mit frischen Inhaltsstoffen zu fördern. Aus diesem Grunde hat Bewital im ersten Schritt ausschließlich frisches Fleisch (außer bei Lamm zusätzlich Leber und Lunge) eingesetzt. Das Material enthielt keine Knochen und unterscheidet sich damit deutlich von den Ausgangsprodukten zur Fleischmehlherstellung. Entsprechend ist ein direkter Kostenvergleich der Ausgangsprodukte nicht möglich.

Erst in einem zweiten Schritt ist geplant, auch ähnliche Ausgangsprodukte wie diejenigen des Fleischmehles zu verwenden. Dazu liegen Bewital allerdings bisher keine Informationen vor.

Auf der anderen Seite ist es offensichtlich, dass in der Fleischmehlproduktion Kosten anfallen und dass der Wegfall dieses Produktionsschrittes zu einer Verringerung der Einstandspreise bei der Rohware führt. Da die Ausgangsprodukte, wie oben ausgeführt, nicht vergleichbar sind, werden an dieser Stelle bzgl. der Einsparungen beim Material die Annahmen aus dem Antrag übernommen, da zwischenzeitlich keine aktualisierten Zahlen vorliegen.

Bei den Energiekosten liegen exakte Werte vor. Diese werden in der Berechnung auf die Jahreskapazität von 30.000 t hochgerechnet.

Auch der Mehrwert der Produkte ist schwer zu beziffern, weil die bisher eingeführte Produktlinie Mastercraft nicht mit den bisherigen Produkten zu vergleichen ist. Das ist im wesentlichen darauf zurückzuführen, dass ausschließlich Fleisch, d.h. keine Knochen etc., eingesetzt werden. Aus diesem Grunde wird der Wertansatz für den Mehrwert der Produkte aus dem Antrag übernommen. Anhand der gesammelten Erfahrung mit Mastercraft erscheint dieser Wertansatz gerechtfertigt.

Die aktualisierte Kosten- und Erlössituation wird in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Übersicht der Einsparungen			
lfd. Nr.	Bezeichnung	Wert	Bemerkung
1	Material	373.333,33 €	Kostensenkung
2	Energie	- 572.237,70 €	Mehrenergieverbrauch
3	zusätzliche Wertschöpfung	750.000,00 €	höherwertige Produkte
4	Personalaufwand	- 107.142,85 €	Aufwand für Fleischhandling (30.000 t pro Jahr / 7 t pro Stunde/ 25 € pro Stunde)
		443.952,78 €	

Tabelle 14: Kosten und Erlössituation nach Umsetzung

Zum Zeitpunkt der Antragstellung wurden Ausgaben für die Investition und das begleitende Messprogramm in Höhe von 3.098.633,93 € für die Umsetzung des Vorhabens abgeschätzt, die anteilig mit einem Zuschuss in Höhe von 923.290,78 € gefördert wurden.

Die tatsächlichen Ausgaben betragen 3.783.504,92 €. Die Kostensteigerungen wurden bei der Beschreibung der Umsetzung des Vorhabens eingehend erläutert. Die statische Amortisationszeit des Projektes wird in der nachfolgenden Tabelle 15 dargestellt.

	Innovativer Extruder (Nachkalkulation)	Bemerkung
Anschaffungskosten [€]:	3.783.505	
Restwert [€]:	0	Restwert = Entsorgungskosten
Nutzungsdauer [a]:	10	
Kalkulatorischer Zins [%]:	5	
Kalkulatorische Abschreibung [€/a]:	378.351	
Energieeinsparung [€/a]:	-572.238	zusätzliche Energiekosten durch "Übernahme" Energieverbräuche aus vorgelagerten Prozessen
Saldo Instandhaltung [€/a]:	0	
Saldo Personal [€/a]:	-107.143	höhere Personalkosten
Saldo Material [€/a]	373.333	Senkung Materialkosten durch erhöhte Wertschöpfung im Unternehmen
Kapitalkosten [€/a]	-472.938	(davon Abschreibung 378.350 €; Zinsen 94.587,62€)
Saldo Sonstige [€/a]:	750.000	Höhere Verkaufserlöse durch qualitativ höherwertige Produkte
Amortisationszeit [a]:	10,8	

Tabelle 15: Amortisationsrechnung nach Umsetzung

3.5 Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren

In Deutschland wurden im Jahr 2011 insgesamt 276.300 t Hundetrockenfutter und 146.142 t Katzentrockenfutter verkauft (Quelle: Euromonitor; Country Reports „Dog Food in Germany“ und „Cat Food in Germany“ 2012). Die Absatzzahlen waren seit Jahren relativ konstant.

Der Größte Teil des Trockenfutters wird nach wie vor aus Fleischmehlen hergestellt.

Am Markt etablieren sich jedoch immer mehr Produzenten, die teilweise Frischfleisch einsetzen. Dieses wurde von den Konsumenten honoriert. Beispielhaft sei dazu das starke Absatzwachstum der Marke „Wolfsblut“ anzuführen. Die BEWITAL bekannten Produkte von Marktbegleitern mit hohen Frischfleischanteilen stammten aus einem Werk in England. Dieses Unternehmen war ein Referenzbetrieb des Extruder-Herstellers Wenger und setzte als erstes Unternehmen weltweit die ThermalTwin-Technologie von Wenger ein. Bei einem Besuch des englischen Produzenten wurde BEWITAL damals mitgeteilt, dass es mit der seinerzeit eingesetzten ThermalTwin-Technologie schwierig war, komplett auf Fleischmehle zu verzichten, weil der Fettgehalt im Frischfleisch zu stark schwankend sei und der hohe Feuchtigkeitsgehalt zu hoch würde. Entsprechend enthielten die am Markt befindlichen Produkten neben Frischfleisch weiterhin Fleischmehle. Durch die Verfahrenskombination mit einem Dekanter erwartete BEWITAL diese Probleme zu lösen.

4. Übertragbarkeit

4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Die neuartigen Produkte aus ausschließlich Frischfleisch wurden im Juni 2018 eingeführt. Die Produkte erfreuen sich einer großen Beliebtheit.

Bei Fütterungstests zeigte sich, dass 9 aus 10 Hunden Produkte aus Frischfleisch bevorzugen. Die Qualität des Endproduktes wird als deutlich höher wahrgenommen als traditionelle Produkte.

Das Verfahren erweist sich allerdings in der Praxis als aufwändiger als erwartet. Die Fleischvorbereitung durch Zerkleinern, Mischen und Lagern von Frischfleisch ist sehr aufwändig. Auch sind die Qualitätsschwankungen bei Fleisch erheblich, so dass die Produktionssteuerung komplexer ist als bei homogenem Fleischmehl.

Ziel des Unternehmens war es, den Einsatz von Frischfleisch als besonders hochwertig gegenüber den Endkunden darzustellen. Aus diesem Grunde wurde die Technologie zunächst ausschließlich für sehr hochwertige Produkte eingesetzt, die ca. 40 % teurer sind als vergleichbare Produkte aus konventioneller Produktion. Es wurde bei einem Großteil der Produkte komplett auf den Einsatz von Innereien verzichtet. Das hat zu sehr hohen Gestehungskosten geführt. In den nächsten Jahren wird es darum gehen, das neue Verfahren auch bei günstigeren Rohwaren einzusetzen.

4.2 Modellcharakter/Übertragbarkeit

Zum Antragszeitpunkt gab es in Deutschland kein Trockenfutter für Hunde und Katzen (ausgenommen vegetarische oder vegane Futter), bei dessen Herstellung komplett auf den Einsatz von Fleischmehlen verzichtet werden konnte. Wie vorangegangene Ausführungen erläutert haben, ist dieses allerdings zum einen bezüglich der Auswirkungen auf die Umwelt und zum anderen für die Qualität der Endprodukte vorteilhaft.

In Deutschland gibt es insgesamt ca. 8 Betriebe, die Hunde und Katzentrockenfutter herstellen, europaweit ca. 30 Betriebe auf die dieses neue Verfahren übertragen werden kann. Bewital ist dabei ein eher kleinerer Hersteller, mit einer Jahreskapazität von aktuell 30.000 t/a.

Daneben kann diese neuartige Verfahrenskombination auch im Bereich Aquakultur eingesetzt werden. Auch dort werden die Nebenprodukte der Fischschlachtung getrocknet und dann später erneut angefeuchtet, um im Extruder eingesetzt zu werden. Dort bestehen ähnliche Einsparmöglichkeiten wie bei der Produktion von Hunde- und Katzenfutter.

Grundsätzlich ist der Einsatz von Rohwaren mit einem hohen Feuchtigkeits- und Fettgehalt bei konventionellen Extrusionsverfahren problematisch. Beide sind negativ korreliert mit dem Hauptziel der Extrusion, die in der Futtermischung enthaltenen, pflanzlichen Kohlenhydrate für die Verdauung durch das Zieltier aufzuschließen (Stärkeaufschluss). Dies ist darauf zurückzuführen, dass ein Großteil der erforderlichen Energie für den Stärkeaufschluss durch Reibung, d.h. mechanische Energie, erzeugt wird. Bei fettigen und feuchten Rohwaren entsteht diese Reibung oder mechanische Energie in einem sehr viel geringeren Maße.

Erst die Kombination von Dekantierung des Frischfleisches mit der neuen, innovativen neuen Extrusionstechnologie ermöglicht es die Wasser- und Fettmengen aus hohen Frischfleischanteilen für ein marktfähiges Endprodukt zu verarbeiten und somit die bisherige Limitierung der Frischfleischmengen im Produkt zu überwinden. Durch die Dekantierung wird der Extruder hinsichtlich der Fettlast im Frischfleisch umgangen und weiterhin wird die Wasserlast für die Extrusion signifikant gesenkt. Durch die innovative Extrusionstechnologie besteht die Möglichkeit, gegenüber einem konventionellen Extrusionsverfahren eine ausreichende Mischgenauigkeit bei Dosierung extrem hoher Frischfleischmengen mit dem Trockenanteil der Mischung zu erzielen (High Intensity Conditioner) und höhere Wasserlasten aus Frischfleisch zu verarbeiten (Thermal Twin Extrusion).

Bei der Thermal Twin Extrusion wird die Einbringung von Dampf in den Prozess so verändert, dass erheblich mehr thermische Energie in das Produkt eingebracht werden kann und dadurch der Verlust der mechanischen Energie kompensiert wird. Dadurch kann Fleischmehl vollständig durch frisches Fleisch ersetzt werden.

5. Zusammenfassung/Summary

5.1 Zusammenfassung

Einleitung

Bewital produziert seit 1995 Trockenfutter für Hunde und für Katzen. Die Produktionsmenge an Extrudaten im Jahr 2018 betrug 28.183 t. Damit ist Bewital ein kleinerer Produzent im Vergleich zu den großen Wettbewerbern wie Mars, Nestle etc.

Als Rohwaren wurden vor dem Innovationsprojekt ca. 28 % Fleischmehle (FM), ca. 60 % verschiedene pflanzliche Komponenten sowie 12 % tierische Fette eingesetzt, d.h. für 1 kg Trockenfutter (TF) wurden durchschnittlich (exakte Verhältnisse abhängig vom gefertigten Produkt):

- 0,28 kg Fleischmehl
- 0,60 kg pflanzliche Komponenten
- 0,12 kg tierische Fette

eingesetzt.

Vor Antragstellung wurden die Produkte bei BEWITAL nach den Prozessschritten Einlagern (Rohware), Verwiegung, Zerkleinern (Hammermühle), Mischen und Befeuchten (Konditionierung) auf einem Einwellenextruder des Herstellers Wenger (USA) extrudiert und dann weiter verarbeitet.

In den Jahren vor dem Innovationsprojekt wurden Energieeinsparungen durch den Einsatz von Wärmetauschern, Wärmedämmungen und die Umstellung der Dampferzeugung von Heizöl auf Erdgas erzielt. Die Anlage stammte aus dem Jahr 2004 und entsprach zum Zeitpunkt des Innovationsprojektes dem Stand der Technik. Die gleiche Technologie wird nach wie vor auch von großen Unternehmen der Branche eingesetzt.

Vorhabenumsetzung

Bewital plante einen neuen innovativen Extruder der Fa. Firma Wenger (USA) mit vorgeschaltetem speziell abgestimmten Dekanter einzusetzen, um weltweit erstmalig die Produktion von Trockenfutter ausschließlich durch Frischfleisch ermöglichen zu können. Dadurch sollte auf die energieintensive Herstellung von Fleischmehl als zur Zeit zwingend erforderlichem Zwischenschritt verzichtet werden.

Die innovative Idee des neu entwickelten Extruders war es, die für die Zubereitung notwendige Energie in erheblich geringerem Maße über Friktion (mechanische Energie) und vermehrt über thermische Energie dem Produkt zuzuführen. Dadurch ist es möglich, den gesamten Fleischanteil in Trockenfutter in Form von Frischfleisch zu decken, da Verklumpungen und andere Störungen vermieden werden. Dadurch ergeben sich bei Bewital folgende wesentliche positive Effekte bzgl. Umweltwirkungen.

Ergebnisse

Die letzten fünf gemessenen Chargen bilden die repräsentative Betriebszustände des innovativen Verfahrens für die unterschiedlichen verarbeiteten Fleischsorten ab. Die einzelnen Verfahrensschritte bzw. Anlagen des innovativen Verfahrens können zu vier übergeordneten Prozessen zusammengefasst werden:

- Kühlen (bzw. Lagerung)
- Erhitzen (für Separation der einzelnen Phasen im Dekanter)
- Extrudieren (inkl. Vermischen der Rohwaren)
- Trocknen auf Endfeuchte

Der spez. Energieverbrauch bezogen auf die verarbeitete Masse an Frischfleisch ist aufgeteilt nach den genannten vier Prozessen in Abbildung 12 dargestellt. Der Energieverbrauch wird zu ca. 80 % vom Energieverbrauch der Trocknung bestimmt. Im Mittel beträgt der spez. Energieeinsatz des innovativen Verfahrens bezogen auf den Frischfleißeinsatz (FF) etwa 235 kWh/t_{FF}. Allein der Vergleich mit dem spez. Energieeinsatz bei der Fleischmehlproduktion von (mind.) 465 kWh/t_{RW} zeigt die Vorteilhaftigkeit des innovativen Verfahrens.

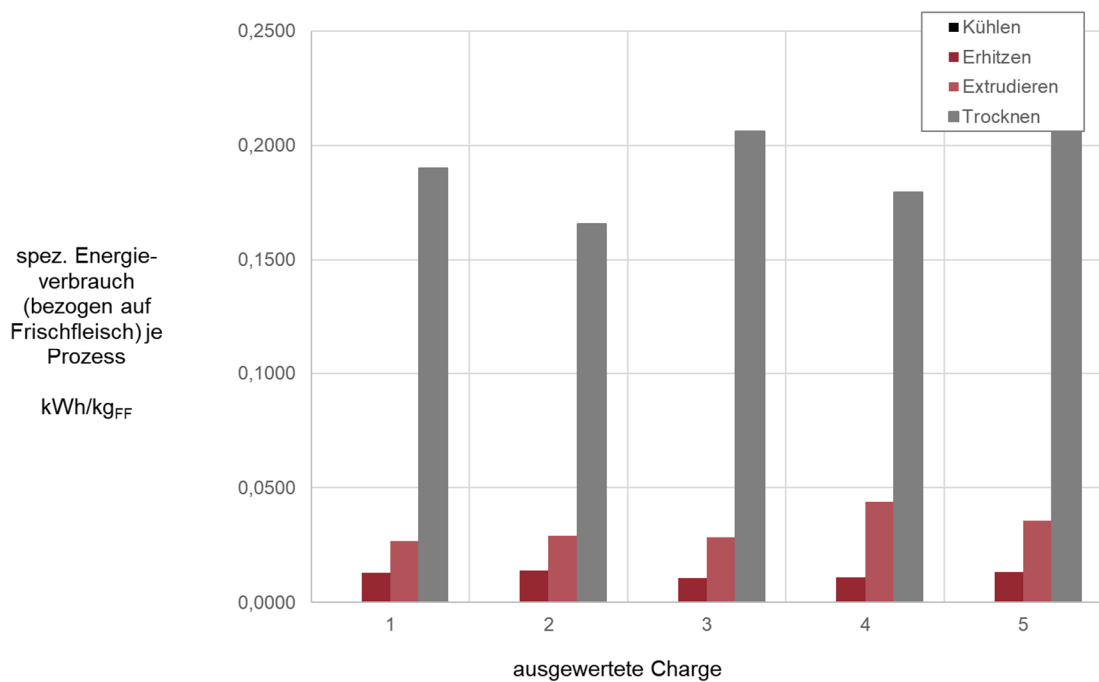


Abbildung 12: spez. Energieverbrauch bezogen auf die verarbeitete Masse an Frischfleisch nach Prozessen des innovativen Verfahrens

Auf Basis dieser Ergebnisse wurde für die Produktion von 30.000 t/a an Trockenfutter die Energieverbräuche des innovativen Verfahrens ermittelt (vgl. Tabelle 16).

Senkung absoluter Energieverbrauch						
Bezeichnung	IST	geplant	NEU	Verbesserung		
				geplant	NEU	%
	kWh/a		kWh/a	kWh/a	kWh/a	%
Sterilisieren und Trocknen (FM)	17.209.685	0	0	17.209.685	17.209.685	100,00
Mahlen (FM)*						
Kühlen (FM)**	157.500	0	1.009.176	157.500	-851.676	-540,75
Erhitzen (bei Fördernehmerin)	0	2.682.167	919.504	-2.682.167	-919.504	-
Extrudieren (bei Fördernehmerin)	2.700.000	3.960.000	2.436.709	-1.260.000	263.291	9,75
Trocknen (bei Fördernehmerin)	6.426.173	5.847.817	14.288.598	578.356	-7.862.425	-122,35
SUMME	26.493.358	12.489.984	18.653.988	14.003.374	7.839.370	29,59

Tabelle 16: IST-Verbrauch, geplanter (erwarteter) und tatsächlich erreichter (NEU) Energieverbrauch nach Umsetzung der Maßnahme

Die Ergebnisse zeigen, dass der Energieverbrauch für das Trocknen bei der Fördernehmerin gegenüber den Annahmen bei Antragstellung erheblich unterschätzt wurde.

Weniger Energie als erwartet wird bei der Lagerung und dem Erhitzen verbraucht. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass beim „Kühlen“ bei „NEU“ der Energieverbrauch zur Einstellung der Anlieferungstemperatur des Frischfleisches enthalten ist. Trotzdem ist der Energieverbrauch für Kühlen und Erhitzen in Summe geringer als ursprünglich angenommen. Wahrscheinlich ist die Anlieferung direkt zur Verarbeitung hierfür ausschlaggebend. Auch der tatsächliche Energieeinsatz für das Extrudieren fällt deutlich geringer aus als ursprünglich erwartet.

Bezogen auf das konventionelle Verfahren zeigt das innovative Verfahren mit knapp 30 % eine deutliche Verbesserung bzgl. des Energieverbrauchs auf. Dabei ist der Energieverbrauch für das Mahlen des Fleischmehls noch nicht berücksichtigt. Bei Antragstellung wurde eine Verbesserung von ca. 14 % erwartet. Mit knapp 30 % wurde diese Erwartung fast um das Doppelte übertroffen.

Das bei Antragstellung erwartete Ziel von einer Einsparung von 578 t_{CO2}/a konnte mit einem erreichten Wert von fast 700 t_{CO2}/a deutlich übertroffen werden.

Bezüglich des Materialeinsatzes wurden die Ziele, bezogen auf eine Jahresproduktion an Trockenfutter (TF) von 30.000 t/a, (Einsparung Frischwasser 3.000 t/a, Einsparung Fleischmehl 8.400 t/a) erreicht.

Ausblick

Die erfolgreiche Projektdurchführung und die erzielten Ergebnisse des Projektes sollten eine Übertragbarkeit dieses Verfahrens auf andere Tierfutterhersteller ermöglichen. Daneben kann diese neuartige Verfahrenskombination auch im Bereich Aquakultur eingesetzt werden. Auch dort werden die Nebenprodukte der Fischschlachtung getrocknet und dann später erneut angefeuchtet, um im Extruder eingesetzt zu werden. Dort bestehen ähnliche Einsparmöglichkeiten wie bei der Produktion von Hunde- und Katzenfutter.

In Deutschland gibt es insgesamt ca. 8 Betriebe, die Hunde und Katzentrockenfutter herstellen, europaweit ca. 30 Betriebe auf die dieses neue Verfahren übertragen werden kann.

5.2 Summary

Introduction

Since 1995 Bewital produces dry food for dogs and cats. In 2018 Bewital produced 28,183 t of extruded dry food. Compared to multinational competitors like Mars, Nestle etc., Bewital can be characterized as a smaller producer.

Before starting the innovation project, Bewital used approx. 28 % meat meals, approx. 60 % different vegetable ingredients and approx. 12 % of animal fats. As a consequence for the production of 1 kg dry food Bewital used on average (exact measures depend on the specification of product produced):

- 0,28 kg meat meal
- 0,60 kg vegetable ingredient
- 0,12 kg animal fats

Before the innovation project, Bewital used a single screw extruder by Wenger (USA). The steps of the production process were the following: storage of ingredients, weighing, grinding (hammer mill), mixing and moisturizing, extrusion and then the further steps of production.

In the years prior to the innovation project, the company achieved energy savings by the use of heat exchangers, thermal insulation and the switch from steam production by heating oil to using gas. The facility was built in 2004 and was still state of the art when the innovation project started. The same technology is still being used by leading producers of petfood.

Project implementation

Bewital planned to use an innovative extrusion technology in combination with a specially designed system for decantation, in order to produce the worldwide first dry food exclusively based on fresh meat. By these means Bewital intended the full substitution of meat meal, which requires a highly energy intensive production and which was necessary for the production of conventional dog and cat food.

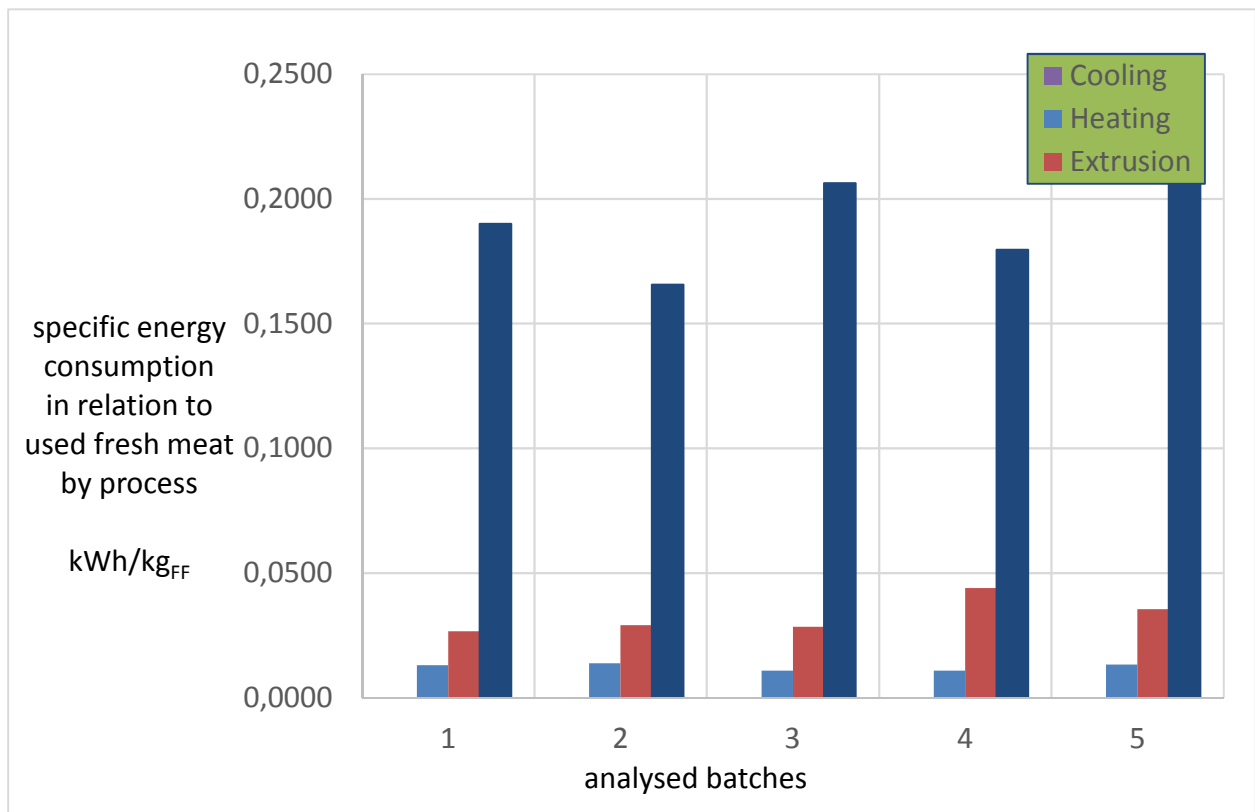
The idea of the new extrusion system is, to replace most of the mechanical energy in the extrusion process by thermal energy. This enables the use of high quantities of fresh meat and offals in order to replace meat meal by fresh meat and offals. In conventional systems the possibility to use fresh ingredients is limited, because it leads to clumping, poor extrusion quality and other problems in the production process. This leads to substantial positive environmental effects.

Project results

The data is based on 5 batches with different sources of meat in order to have representative conditions in the production process. The different steps can be grouped in the following 4 major steps of production:

- Cooling (resp. storage)
- Heating (as preparation for decantation)
- Extrusion (including mixing of ingredients)
- Drying to intended moisture content

The specific energy consumption per kg of fresh meat used by its 4 major steps of production is shown in table 13. 80 % of the energy is used for drying. On average the specific energy consumption for the innovative process in relation to quantity of fresh meat (FM) is approx. 235 kWh/t_{FM}. Comparing this to the specific energy consumption of min. 465 kWh per ton of raw material in the production of meat meal shows the advantages of the innovative procedure.



Graphic 13: specific energy consumption in relation to the used quantity of fresh meat by main production steps

Based on these results the energy consumption of the production of 30,000 t using the innovative procedure has been calculated. (Table 16)

Decrease of overall energy consumption						
Process	before	planned	new	Improvement		
	kWh/a		kWh/a	planned kWh/a	New kWh/a	%
Sterilizing and drying (MM)	17.209.685	0	0	17.209.685	17.209.685	100,00
Grinding (MM)						
Cooling **	157.500	0	1.009.176	157.500	-851.676	-540,75
heating (at pet food plant)	0	2.682.167	919.504	-2.682.167	-919.504	-
Extrudieren (bei Fördernehmerin)	2.700.000	3.960.000	2.436.709	-1.260.000	263.291	9,75
Trocknen (bei Fördernehmerin)	6.426.173	5.847.817	14.288.598	578.356	-7.862.425	-122,35
SUMME	26.493.358	12.489.984	18.653.988	14.003.374	7.839.370	29,59
*kann von Fördernehmerin nicht abgeschätzt werden						
**Anlieferung Frischfleisch erfolgt warm, Energieverbrauch hierfür wurde abgeschätzt						
FM = Fleischmehl						

Table 17: consumption before, planned consumption and consumption after realisation of innovation project (new)

As a result the energy consumption for the drying process has been underestimated by Bewital before realizing the project.

Less energy is used for storage and heating. We have to take into consideration that the results for "cooling" "New" includes the energy consumption for adjusting the temperature of the delivery of fresh meat. Even though the total energy consumption for heating and cooling is lower than expected. Probably this is due to the short time between delivery of fresh meat and production. Also the energy consumption for the extrusion is less than expected.

In comparison to the conventional process the new process provides a significant improvement of approx. 30 % regarding energy consumption. This number does not even include the energy for the grinding of meat meal. In our application a saving 14 % of energy consumption was expected. With approx. 30 % we achieved an energy saving, which is more than double of what has been expected.

Also with a saving of almost 700 t_{CO2}/a the original target from our application of 578 t_{CO2}/a has been exceeded substantially.

Regarding the usage of other materials (saving of 3,000 t/a of fresh water, saving of 8,400 t/a of meat meal) the expected targets have been met.

Prospects

The successful realisation of the project should convince and enable other feed producers to use the innovative process. The results can also be transferred to the production of feed for aquaculture. Also there the by-products of the fish production are dried before being used in a similar extrusion process as petfood. Similar savings in energy consumption can be expected as in food for dogs and cats.

In Germany there are approx. 8 factories, which produce dry food for dogs and cats. In Europe approx. 30 producers could use the innovative process.