

# Der Anteil Transportwasser bei Heringsanlandungen mittels Vakuumsauganlage in Großraumbehältern

## Estimation of the water content of herring landings caused by pressure-vacuum pumps and using of multi purpose transport containers

Bernd Mieske <sup>1)</sup>, Rainer Oeberst <sup>1)</sup>, Claus Ubl <sup>2)</sup>; Uwe Richter <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Institut für Ostseefischerei, An der Jägerbäk 2, 18069 Rostock, Germany

<sup>2)</sup> Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LFA), Institut für Fischerei, An der Jägerbäk 2, 18069 Rostock, Germany

<sup>3)</sup> Euro-Baltic Fischverarbeitungs GmbH, Im Fährhafen Sassnitz, 18546 Sassnitz - Neu Mukran, Germany

In das Fischwerk Euro-Baltic Fischverarbeitungs GmbH Mukran werden 80 % der Heringsanlandungen mittels Großraumbehälter (Tubs) der Verarbeitung zugeführt. Der zu verarbeitende Hering gelangt über Vakuumsaugpumpen aus dem Fischraum der Fangschiffe in die Tubs. Für diesen Förderprozess muss der Hering in Seewasser (Transportwasser) eingebettet sein. Über den Wasserabscheider der Vakuumsauganlage wird das Transportwasser nicht vollständig abgeführt und somit gelangen Wasseranteile mit dem Hering in die Großraumbehälter. Diese mit Fischwassergemisch gefüllten Behälter werden zur Erfassung der Anlandung verwogen. Es war zu ermitteln, welcher Wasseranteil den Fischern von der erfassten Anlandemenge abgezogen werden kann.

### Transportweg der Anlandung vom Fangschiff in das Verarbeitungswerk

Zum Löschen des Fanges legen die Fangschiffe neben einer der beiden transportablen Doppelkammer-Vakuumsauganlagen (Abbildung 1) an der Pier des Fischwerkes in Mukran an. Vor Einlauf in den Hafen



Abbildung 1: Heringsanlandung am Fischverarbeitungswerk Mukran mit Vakuumsauganlage – Landing of herring in the fish processing company in Mukran using a vacuum pump.

#### Abstract

##### Estimation of the water content of herring landings caused by pressure-vacuum double tank pumps and using of multi purpose transport containers

About 80 % of herring that is landed in the fish processing company Euro-Baltic *Fischverarbeitungs GmbH* Mukran, on the Isle of Rügen at the Baltic coast is transported from the cutter into the processing plant by pumping. For this purpose 700 l-Euro-size polyethylene tubs (containers) are filled with herring by means of a pressure-vacuum pump-systems during the unloading of the cutter. To be able to pump the fish from the hold on board it is kept floating in water (transport water). At the end of the pumping/transporting process the fish ends in a dewatering box before reaching the tub, where the transport water is separated from the fish. Then, the not completely dewatered fish is slipped into the transport containers. The amount of transport water reaching the containers depends on the type of PV-equipment and on the amount of transport water in the fish holds of the different cutters. Methodologically the mixture of fish and water must be weighed together. For the experiments specially designed transport container were used which allow the measurement of the run-off of the water to be quantified and thus to measure the proportion of water remaining with the fish. Based on 30 experiments it could be shown that on average 6 % of remaining weight of the mixture is water. Furthermore, factors were detected which influence the variability of the proportion of water.

wird ein unbestimmbarer Anteil Seewasser in den Fischraum zum Fang hinzu gepumpt. Ohne diesen zusätzlichen Wasseranteil lässt sich der Fang mittels Vakuumsauganlage nicht fördern. An der Löschpier Mukran werden zwei Pumpenanlagen mit jeweils unterschiedlicher Saugleistung aber gleich großen Druckkammern verwendet. Die Aggregate der Anlage von der Firma IRAS realisieren eine maximale Saugleistung von 25 t/h, die der Firma AFAK erzielen 35 t/h. Nach dem Festmachen werden die Saugleitung sowie der Transportwasserrückführungsschlauch an Bord gegeben (Abbildung 2) und in den Fischraum gesenkt (Abbildung 3). In jeweils einer der beiden Druckkammern



Abb. 2: Übergabe der Saugleitung und des Transportwasser-rückführschlauches - *Hanging-over of the suction main and the return water hose.*



Abb. 3: Saugschlauch und Wasserrückführung im Fischraum des Fangschiffes - *Suction line and return water hose in the fish hold of the cutter.*



Abb. 4: Wasserabscheider mit Auffangtank für die Rückführung zum Fangschiff - *Water separator with return water tank and exhaust hose to the cutter.*



Abb. 5: Ablaufgitter des Wasserabscheiders - *Dewatering grid of the water separator.*



Abb. 6: Füllen des MPC-Großraumbehälters (Tub) - *Filling of the MPC transport container.*



Abb. 7: Wiegen einer Unterprobe - *Weighting of subsample.*



Abb. 8: Tub in der Abkippvorrichtung - *Tub in the tipping gear.*



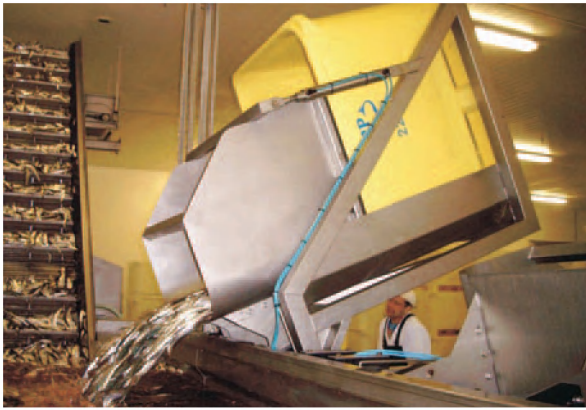


Abb. 9: Entleeren der Tubs in das Füllbecken - *Tipping out of the tub in the storage tank in front of the grader.*



Abb. 13: Abflussphase 1 - *Flowing off in the first phase.*



Abb. 10: Transport des Fanges in die Sortieranlage - *Transport of fish to the grading equipment.*



Abb. 11: Versuchsaufbau - *Arrangement of the trials.*



Abb. 12: Rohrdrainage - *Drainage pipe.*

der Vakuumpumpe wird abwechselnd ein Unterdruck erzeugt und das Fisch-Transportwasser-Gemisch in diese Kammer gesaugt. Ist sie gefüllt, wird der Inhalt in den Wasserabscheider (Abbildung 4) gedrückt. Der größere Anteil Transportwasser fließt im Normalfall durch das Trenngitter (Abbildung 5) hindurch in den Rückführungstank unterhalb des Abscheiders. Über die Schräge des Trenngitters im Abscheider fließt jedoch auch ein Anteil Transportwasser mit dem Hering über das schwenkbare Füllrohr in den bereitgestellten Tub (Abbildung 6). Der Tub ist ein geschlossener Behälter ohne Ablassöffnung und wird durch Gabelstapler in die Halle des Fischwerkes transportiert. Eine vorgegebene Anzahl dieser Tubs wird zur Bestimmung der Anlandemenge als Unterprobe auf der Standwaage gewogen (Abbildung 7). Über eine speziell an die verwendeten Behälter angepasste Abkippanlage (Abbildung 8) gelangt der Hering in ein Füllbecken (Abbildung 9) und wird mittels Steilförderer in die Sortieranlage gebracht (Abbildung 10).

## Material und Methoden

Der Versuchsaufbau ist in Abbildung 11 verdeutlicht. Von der Euro-Baltic Fischverarbeitungs GmbH wurden für diese Untersuchungen zwei veränderte Chemikaliertanks zur Verfügung gestellt. Die ersten Versuche ergaben, dass die Abläufe verstopfen können. Dadurch unterschieden sich die Abflussgeschwindigkeiten und die einzelnen Versuche wären nicht in allen Zeitphasen miteinander vergleichbar. Daher wurden beide Tanks mit einer Rohrdrainage versehen (Abbildung 12). Die Versuchstanks wurden mittels Vakuumsauggerät gefüllt und verwogen. Die abfließende Flüssigkeit wurde über einen Zeitraum von 120 Minuten in Fotoschalen aufgefangen (Abbildung 13). Es war festzustellen, dass die Abflussgeschwindigkeiten in den ersten 3 bis 4 Minuten extrem hoch waren, danach tropften die Tanks nur noch langsam ab. Während der ersten kurzen Abflussphase wurden annähernd 80 % der Flüssigkeitsmenge aufgefangen, wobei die rasch gefüllten Schalen schnell in bereitgestellte Eimer umgefüllt wurden. Damit die herausschießende Flüssigkeit vollständig aufgefangen werden konnte, wurde durch manuelle Drosselung des Auslassventils der Ablaufstrahl reguliert. Die so aufgefan-

gene Abflussmenge aus Phase 1 wurde insgesamt verwendet. In Phase 2 wurden in Zeitabständen von 5 min die jeweils aufgefangenen Abflussmengen einzeln gewogen. Es hing vom unterschiedlichen Ende der Phase 1 in den einzelnen Versuchen ab, ob diese Intervallmessungen nach 3 oder 4 Minuten begannen.

## Ergebnisse

Der Verlauf der prozentualen Zunahme des Flüssigkeitsabflusses über die Zeit ist für 30 verwendbare Messungen aus dem Anlandezeitraum 1. November bis 1. Dezember 2004 in Abbildung 14 verdeutlicht.

Aus den insgesamt abweichenden Werten ergibt sich eine gemittelte logarithmische Trendlinie. In dieser Mittelung werden die zu den Abweichungen führenden Ursachen, wie verwendete Pumpe, Fischgrößen und vermutlich unterschiedlich hohe Anteile in den Fischraum zugepumpten Transportwassers, nicht berücksichtigt. Ab einem Zeitpunkt oder Zeitabschnitt übersteigt der Anteil der Fischkörperflüssigkeit den Anteil des Transportwassers in der Abtropfflüssigkeit. Dieser Zeitpunkt muss noch durch Laboruntersuchungen ermittelt werden. Um zu

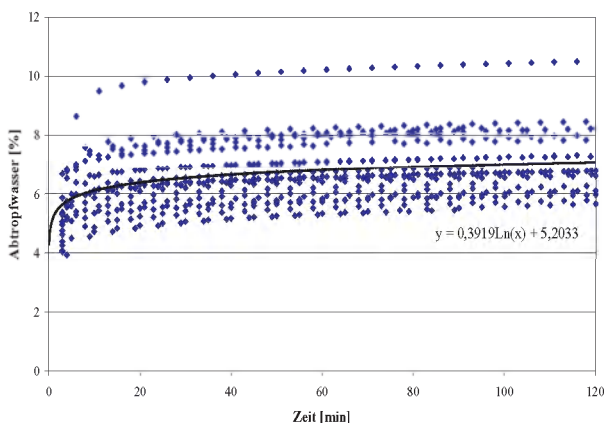


Abb. 14: Mittlerer Anteil des Transportwassers für alle Anlandungen - *Change of mean proportion of run off water (all experiments)*

prüfen, ob solche Untersuchungen möglich sind, wurden drei zu unterschiedlichen Abtropfzeiträumen aufgefangene Flüssigkeitsproben gesammelt. Die Laboruntersuchungen liegen jedoch noch nicht vor. Es wird deshalb, aus der Ablaufgeschwindigkeit innerhalb der gemittelten Kurve der Zeitpunkt  $x$  mit dem Abzugswert für den Transportwasseranteil  $y$  abgeschätzt. Bis zum Abtropfverlauf von 20 Minuten sind 90 % von der in 120 Minuten abtropfenden Flüssigkeitsmasse abgeflossen. Bis zu diesem Zeitpunkt ergibt sich daraus eine gemittelte Abflussgeschwindigkeit von  $4,5 \text{ \% Abtropfmasse} \times \text{min}^{-1}$ . Danach ist sie mit  $0,1 \text{ \% Abtropfmasse} \times \text{min}^{-1}$  so gering, dass nicht mehr vom Abfließen des Transportwassers auszugehen ist. Der Anteil des nach 20 min abgeflossenen Transportwassers beträgt in der gemittelten Kurve 6,3 %. Dieser Anteil kann als Kompromisslösung für den Masseabzug von den erfassten Heringsanlandungen mittels Vakuumsauganlage vorgeschlagen werden. Nachfolgend sind die Ergebnisse und eine

genaueren Auswertung mittels statistischer Verfahren dargestellt. Die signifikant im untersuchten Anlandeverfahren bestimmenden Faktoren werden nachgewiesen.

## Statistische Analysen

Die Veränderung des Anteils von Wasser am Gesamtgewicht des Fisch-Wasser-Gemisches in Abhängigkeit von der Zeit kann mit einer multiplikativen Regression hinreichend gut beschrieben werden. Fasst man alle Experimente zusammen ergibt sich folgendes Modell (Abbildung 15).

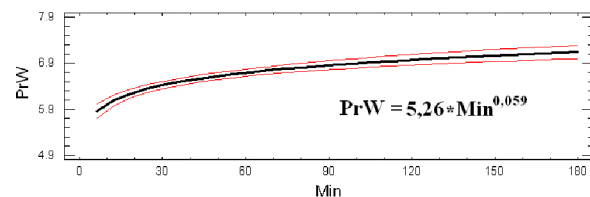


Abb. 15: Zusammenhang zwischen dem Anteil des abgeflossenen Wassers (PrW) und der Zeitdauer des Wasserabflusses (Min), Regressionsfunktion und 95 %iges Konfidenzintervall - *Relation between the proportion of run off water and the duration of run off (min), regression function and 95% confidence interval.*

Es wurden 697 Einzelwerte für die Schätzung genutzt. Der Korrelationskoeffizient betrug 0,337. Die Standardabweichungen der Koeffizienten  $a = 1,66$  und  $b = 0,05913$  des Regressionsmodells sind  $s_a = 0,02454$  und  $s_b = 0,006258$ . Die Analysen zeigen auch, dass das multiplikative Modell sehr gut geeignet ist, um den zeitlichen Verlauf des Wasserabflusses zu beschreiben, der Anteil des Wassers in den Tubs aber erheblich variieren kann.

Im Folgenden wurden statistische Methoden genutzt, um die Variabilität des Anteils des Wassers in den Tubs zu analysieren. Als mögliche Einflussfaktoren wurden der Typ der Pumpe, der Typ des Schiffs, die Zusammensetzung des Fisches usw. angesehen. Mit Hilfe eines generalisierten linearen Modells wurde der Einfluss der beiden genutzten Pumpen und der Einfluss der Schiffe auf den Anteil des Wassers in den Tubs analysiert.

$$\text{Modell: } \ln(\text{PrW}) = f(\ln(\text{min}), \text{Pumpe}, \text{Schiff})$$

Der Anteil des Wassers (PrW) und die Zeit (Min) wurden logarithmiert, um den Zusammenhang zwischen beiden Variablen zu linearisieren. Die Analysen zeigten, dass bei der Benutzung der Pumpe IRAS ein signifikant kleinerer Wasseranteil in die Tubs gelangte. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde die Regression zwischen der Veränderung des Anteils von Wasser am Gesamtgewicht des Fisch-Wasser-Gemisches in Abhängigkeit von der Zeit für beide Pumpen geschätzt (Abbildung 16). Die Abbildung veranschaulicht die unterschiedlichen Anteile des Wassers (PrW) in Abhängigkeit von der Zeit (Min) für beide Pumpen. Neben den Regressionskurven sind die Konfidenzintervalle für die



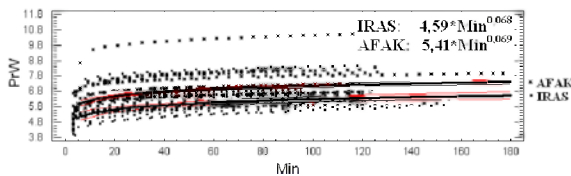


Abb. 16: Anteil des Wassers am Gesamtgewicht des Fisch-Wasser-Gemisches in Abhängigkeit von der Zeit für die genutzten Pumpen - Relation between the proportion of run off water and the duration of run off by vacuum pump.

Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha = 0,05$  dargestellt. Für beide Pumpen gibt es jeweils eine Probe mit einem extrem höheren Wassergehalt. Bei der Pumpe IRAS ist es der Versuch 36 und bei der Pumpe AFAK ist es der Versuch 33. Die GLM Analyse zeigte aber auch, dass der Anteil des Wassers für die Schiffe signifikant unterschiedlich ist (Abbildung 17). Danach hat das Schiff *Line Charlotte* im Mittel einen signifikant geringeren Wasseranteil und der *Sternhai* einen signifikant höheren Wasseranteil als die anderen Schiffe.

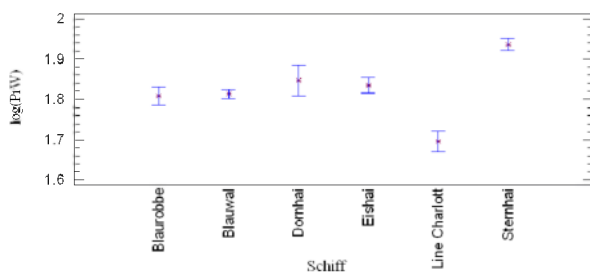


Abb. 17: Anteil des Wassers in den Tubs (PrW - logarithmiert) in Abhängigkeit von den untersuchten Schiffen (Mittelwert und 95 % Konfidenzintervall) - Proportion of water of the mixture by cutter (mean and 95% confidence interval).

Die folgende Formel gibt das geschätzte generalisierte lineare Modell wieder:

$$\log(\text{PrW}) = 1,57381 + 0,097 \times \text{I1}(1) - 0,014 \times \text{I2}(1) - 0,009 \times \text{I2}(2) + 0,024 \times \text{I2}(3) + 0,013 \times \text{I2}(4) - 0,127 \times \text{I2}(5) + 0,065 \times \log(\text{min})$$

Die Parameter I1(j) und I2(j) sind in Abhängigkeit von der Pumpe und den Schiffen wie folgt einzusetzen:

- I1(1) = 1 wenn Pumpe = AFAK, -1 wenn Pumpe = IRAS, 0 andererseits
- I2(1) = 1 wenn Vessel = Blaurobbe, -1 wenn Vessel = Sternhai, 0 andererseits
- I2(2) = 1 wenn Vessel = Blauwal, -1 wenn Vessel = Sternhai, 0 andererseits
- I2(3) = 1 wenn Vessel = Dornhai, -1 wenn Vessel = Sternhai, 0 andererseits
- I2(4) = 1 wenn Vessel = Eishai, -1 wenn Vessel = Sternhai, 0 andererseits
- I2(5) = 1 wenn Vessel = Line Charlotte, -1 wenn Vessel = Sternhai, 0 andererseits

Für weitere Analysen wurden die Daten zur Fischverteilung in den Tubs und zur Gesamtfangmenge der Schiffe genutzt, die von den Untersuchungen im Fischverarbeitungswerk Mukran bereitgestellt wurden. Es zeigte sich, dass der Anteil des Wassers in den Tubs durch folgende Parameter signifikant beeinflusst wird:

Hauptfaktor ist die Menge des einfließenden Wassers (WW,  $R = 0,93$ ). Der Anteil des Wassers steigt aber mit einem größeren Anteil kleinen Fisches im Fang ( $R = 0,49$ ). Für

diese Untersuchung wurde als kleiner Fisch Hering der Sortierung 4 und Sprotte genutzt. Mit zunehmender Dauer der Entladung (RTub, Nummer des analysierten Tubs im Verhältnis zur Gesamtzahl der gelöschten Tubs eines Schiffes) steigt der Anteil des Wassers ebenfalls. Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass im Verlauf des Löschprozesses mit großer Wahrscheinlichkeit der Wasseranteil im Verhältnis zum Fischanteil im Laderaum steigt und deshalb die zuletzt gefüllten Tubs einen höheren Wasseranteil haben. Dieser Effekt kann aber auch durch das langsame Zusetzen des Wasserabscheiders hervorgerufen werden, da der Fang der Schiffe ohne Unterbrechung zugeführt wird. Die Abbildung 18 stellt die XY-Plots der Daten dar und gibt auch die unterschiedlichen Korrelationskoeffizienten an. Die mit \*\* markierten Korrelationskoeffizienten unterscheiden sich signifikant von 0 mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha = 0,01$ .

Wt				
0,63**	WW			
-0,34	0,26	Kleiner Fisch		
0,10	0,39	0,29	RTub	
0,39	0,93**	0,49**	0,44**	PrW

Abb. 18: XY-Plots und Korrelationskoeffizienten der Faktoren (WT = Gesamtgewicht des Tubs, WW = Gesamtgewicht des Wassers am Ende der Messung, Kleiner Fisch = Anteil des Herings der Sortierung 4 und Anteil der Sprotte, RTub = Nummer des analysierten Tubs im Verhältnis zur Gesamtzahl der gelöschten Tubs eines Schiffes, PrW = Anteil des Wassers am Gesamtgewicht - XY-plots and correlation coefficient by factor 23.

Die Analysen haben auch gezeigt, dass das Löschen verschiedener Kutter nacheinander nicht zu einem höheren Anteil des Wassers führt. Eine mögliche Ursache dafür ist die kurze Pause, die zwischen dem Entladen aufeinander folgender Kutter entsteht.

Multiple lineare Regressionen haben gezeigt, dass die Variabilität des Anteils des Wassers in den Tubs (PrW) zu 92 % durch die eingefüllte Wassermenge (WW) und den Anteil kleiner Heringe bestimmt wird (PS4).

$$\text{PrW} = 1,736 + 0,1161 \times \text{WW} + 0,0219 \times (\text{PS4}),$$

$$R^2 = 92 \%, \quad N = 30$$

Da der Anteil des Wassers am Gesamtgewicht des Fisch-Wasser-Gemisches auch durch die Menge des eingefüllten Fisches beeinflusst wird und damit nicht vollständig unabhängig ist, wurde im Folgenden untersucht, welche Faktoren die Gesamtmenge des eingefüllten Wassers beeinflussen: Nutzt man generalisierte Modelle kommt man zu dem Schluss, dass die in den Tubs eingefüllte Wassermenge (WW) hauptsächlich durch zwei Parameter, die genutzte Pumpe und den Anteil „kleiner Fische“ (Hering Sortierung 4 und Sprotte), bestimmt wird.

WW = f (Pumpe, „Kleine Fische“)

Dieses Modell erklärt 68 % der Variabilität der in den Tubs gemessenen Gesamtwassermenge. Der Einfluss der Schiffe wird nicht als signifikant ausgewiesen (p-Wert = 0,14). Die Abbildung 19, die die mittleren Wassermengen und die 95 %igen Konfidenzintervalle nach dem Eliminieren des Effekts der genutzten Pumpe darstellt, zeigt aber, dass die Variabilität für die einzelnen Schiffe groß ist und es doch gewisse Unterschiede zwischen den Schiffen gibt (z. B. Blaurobbe und Sternhai).

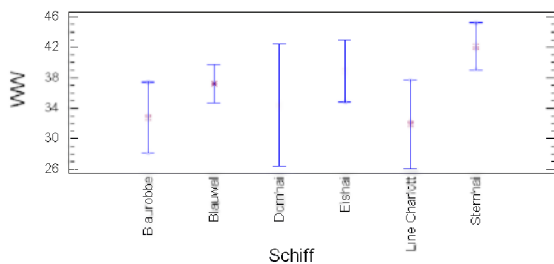


Abb. 19: Mittlere Wassermenge der untersuchten Schiffe und Konfidenzintervalle nach Eliminieren der Effekte der Pumpe und des Anteils kleiner Fische im Fang - *Mean water mass by vessels and confidence intervals after elimination of the effects of pumps and the proportion of small fish.*

### Schätzung des mittleren Wasseranteils in den Fisch-Wasser-Gemischen

Der Hauptanteil des Wassers in den Tubs ist nach ca. 20 Minuten abgeflossen. In der Folgezeit treten nur noch geringe Wassermengen aus, was als Aussickern bezeichnet werden kann (Abbildung 20).

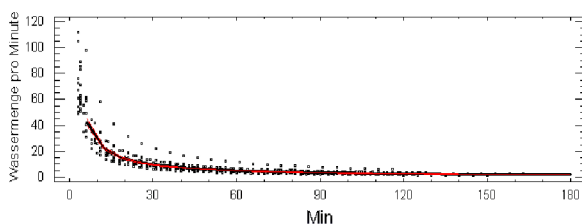


Abb. 20: Mittlere ausgeflossene Wassermenge pro Minute für alle Untersuchungen - *Mean run off water mass dependent on time (all experiments)*

Für die Schätzung wurde die ausgeflossene Wassermenge eines Zeitintervalls durch die Dauer des Zeitintervalls dividiert. Es zeigte sich, dass die mittleren abfließenden Wassermengen ab ca. 20 – 30 Minuten sehr dicht zusammen liegen.

Basierend auf den 3 Regressionen (alle Versuche, für Pumpe IRAS, für Pumpe AFAK), die die zeitliche Veränderung des Anteils des abgeflossenen Wassers am Gesamtgewicht beschreiben, wurden für verschiedene Zeitintervalle die mittleren Anteile des Wassers geschätzt (Tabelle 1). Es zeigt sich, dass durch die Pumpe AFAK ca. 1 % mehr Wasser in die Tubs transportiert wird als mit der Pumpe IRAS.

Zeit in Minuten	20	30	40	120
Alle Daten	6,28	6,43	6,54	6,98
IRAS	5,63	5,78	5,90	6,36
AFAK	6,64	6,83	6,97	7,51

Tabelle 1: Mittlerer Anteil des Wassers am Fisch-Wasser-Gemisch für verschiedene Zeitintervalle auf Basis aller Versuche und für die beiden untersuchten Pumpen getrennt - *Mean proportion of run off water of total weight by period based on all data and by pump.*

Für eine schnelle Schätzung der Wassermenge in den Tubs wird folgende Methode empfohlen: Es wird von jedem Tub eine Minute lang Wasser abgelassen und diese Wassermenge gewogen. Auf Basis dieser Wassermenge kann die Gesamtmenge relativ genau geschätzt werden. Dabei muss aber beachtet werden, dass der Durchfluss des Wassers immer vollständig geöffnet sein muss. Das vorgeschlagene Verfahren wird durch die Untersuchungen und physikalische Zusammenhänge gestützt. Bei den Versuchen wurde leider nicht mit konstanten Zeitintervallen für die Wasserentnahme gearbeitet. Aus diesem Grund wurde der Zusammenhang zwischen der gesamten Wassermenge (WW) und der abgeflossenen Wassermenge zu einem festen Zeitpunkt für die Perioden von 3 und 4 Minuten nach Beginn des Versuches gewählt. Die Analysen zeigen, dass die beiden Variablen hoch korreliert sind (Abbildung 21 und 22). Für den Zeitraum von 3 Minuten ergab sich ein Korrelationskoeffizient von 0,95 und für die Periode von 4 Minuten ein Korrelationskoeffizient von 0,97.

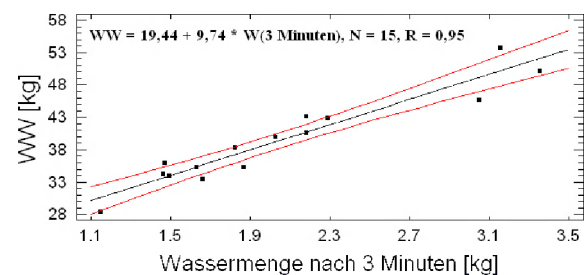


Abb. 21: Zusammenhang zwischen der Wassermenge, die nach 3 Minuten abgeflossen ist und der gesamten Wassermenge (WW), einschließlich Regressionsmodell und Konfidenzintervall - *Relation between the water mass which is run off after 3 minutes and the total water mass (WW).*

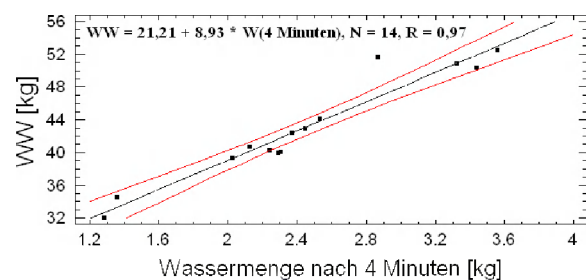


Abb. 22: Zusammenhang zwischen der Wassermenge, die nach 4 Minuten abgeflossen ist und der gesamten Wassermenge (WW), einschließlich Regressionsmodell und Konfidenzintervall - *Relation between the water mass which is run off after 4 minutes and the total water mass*

Bei der Beurteilung der Ergebnisse ist zu beachten, dass während der Ablaufphase 1 das Ventil nicht vollständig geöffnet wurde, um ein Überlaufen des Wassers zu vermeiden. Weiterhin erzeugt die Methode der Zeitnahme einen geringen Anstieg der Variabilität. Die Daten belegen aber den klaren Zusammenhang zwischen der gesamten Wassermenge und der abgeflossenen Wassermenge innerhalb einer definierten Zeit. Dieses wird durch physikalische Zusammenhänge zwischen potentieller Energie des Wassers im Behälter und kinetischer Energie des abfließenden Wassers gestützt.

## Diskussion

Aus den durchgeführten Untersuchungen lassen sich drei Möglichkeiten zur Bestimmung des Transportwasseranteiles ableiten:

- Es wird ein mittlerer Anteil des Transportwassers von 6,3 % (gerundet 6 %) am Gesamtgewicht für alle Anlandungen genutzt. Dieser Schätzwert basiert auf jenem Regressionsmodell, das alle Daten nutzt, und einer angenommenen Grenzzeit für den Abfluss des zugeführten Seewassers von 20 Minuten (Tabelle 1). In diesem Fall werden Einflüsse der Prozesstechnologie nicht berücksichtigt. Eine Veränderung in der bisherigen Transporttechnologie ist nicht erforderlich.
- Es wird der Typ der genutzten Vakuumpumpe bei der Berechnung des Anteils des Transportwassers berücksichtigt. Für die untersuchte Pumpe des Typs IRAS ergibt sich ein mittlerer Wasseranteil von 5,6 % und für den Typ AFAK von 6,6 % (Tabelle 1). Es muss jedoch beachtet werden, dass zum Beispiel die Firma IRAS fünfzehn verschiedene Anlagen in einem Leistungsspektrum von 3 bis 500 t Fisch · h<sup>-1</sup> produziert. Wenn zukünftig andere Vakuumsauganlagen eingesetzt werden, müssen auch neue Untersuchungen zum Transportwasseranteil erfolgen. Eine

Veränderung in der bisherigen Transporttechnologie ist nicht erforderlich.

- Als alle Einflussgrößen je Anlandung berücksichtigende Alternative zu der Nutzung von geschätzten Mittelwerten für den Wasseranteil bietet sich folgende Methode an. Sie basiert auf den Analysen, die in Abbildung 21 und 22 beschrieben wurden: Es wird für den ersten sowie den letzten vollständig gefüllten Tub der Wasseranteil geschätzt und aus beiden Werten der mittlere Anteil bestimmt. Dafür wird die Abflussmenge des Wassers unter definierten Bedingungen bezüglich Öffnungsdurchmesser und -zeit gemessen und für die Schätzung der Wassermenge genutzt. Das erfordert Standard-Tubs mit Abläufen. Diese Abläufe müssen eine einheitlich definierte Drosselung des Abflusses aufweisen. Es wäre zu prüfen, inwieweit mittels Durchflussmesszellen diese Abschätzungsmethode automatisiert werden kann.

## Zusammenfassung

Die Abtropfversuche haben insgesamt ergeben, dass ein Wasseranteil von 6 % in den Anlandungen verbleibt. Dies ist ein realistischer Wert, der von dem Anlandegewicht abgezogen werden kann – auch unter Berücksichtigung der unterschiedlichen zum Einsatz kommenden Technologien.

## Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei den Mitarbeitern der Euro-Baltic Fischverarbeitungs GmbH für die gute Unterstützung der Versuche und die duldsame Nachsicht, wenn oftmals der technologische Fluss durch diese Untersuchungen behindert wurde. Besonderer Dank gilt den Gabelstaplerfahrern. Ohne ihre tatkräftige engagierte Unterstützung wäre die Versuchsdurchführung nicht möglich gewesen.