



Ergebnisse der Behandlung von Erbsen, Lupinen und Leinsamen mittels Mikrowellen auf den Futterwert der Produkte

*Heiko Scholz (HS Anhalt, Bernburg), Gesine Reimann (BASU Bad Sulza),
Petra Kühne (HS Anhalt, Bernburg), Lutz Walzel (BASU Bad Sulza),
Wolfram Richardt (LKS Lichtenwalde, Niederwiesa)*

Samen von Ölsaaten und Leguminosen aus heimischem Anbau, wie Raps, Leinsamen, Erbsen, Ackerbohnen, Süßlupinen und Sojabohnen sind reich an ernährungsphysiologisch wertvollen Stoffen. Sie sind aufgrund ihrer Anbauwürdigkeit in Ackerfruchtfolgen sowie hoher Energie- und Proteingehalte der Samen geeignet, einen größeren Beitrag zur Proteinversorgung der Nutztiere zu leisten und importierte Sojaprodukte teilweise zu ersetzen.

Die Nachfrage nach hochwertigen Eiweißfuttermitteln für die GVO-freie Fütterung und die ökologische Tierhaltung könnte dadurch besser bedient werden. In dem neuen technischen Verfahren erfolgt die Hitzebehandlung mittels Mikrowellen. Der energetische Umsatz der Mikrowelle in Wärme findet durch vorrangiges Ankoppeln an Wasser direkt im Produkt statt.

Der dabei entstehende Dampfdruck sorgt für einen raschen unmittelbaren Austritt eines Teils des Wassers aus dem Produkt. Das Produkt wird bei diesem Verfahren von innen nach außen erwärmt. Die Erhitzung der Samen von Ölsaaten mittels Mikrowellen und der Wasserdampfaustritt können zu mikrostrukturellen Veränderungen der Membranen und teilweise zum Aufbrechen der Samenschalen führen.

Im Verlauf der Untersuchungen wurden 2 verschiedene Systeme der Mikrowellen geprüft. Mikrowelle I (MW I) ist der Prototyp einer kontinuierlich arbeitenden Mikrowellenanlage mit einer Leistung von 20 kW und sollte eine Leistung von bis zu 500 kg kontinuierlich behandeltem Produkt je Stunde erbringen. Diese Anlage wurde in einem deutschen Maschinenbauunternehmen entwickelt. In einem zweiten Schritt wurden konventionelle Mikrowellen aus der Industrie und der Gastronomie für die Untersuchungen genutzt.

Die geprüften Industrie-Mikrowellen (MW II) weisen eine Leistung von jeweils 3.200 W auf, welche durch 4 Megatrone mit je 800 Watt erreicht werden (2 Stück über dem Futter und 2 Stück unter dem Futter). Eine Steuerung der Temperatur in den Produkten kann nur über die Zeitdauer der Behandlung in der Anlage erreicht werden. Im Garraum steht ein Volumen von etwa 44 Liter zur Verfügung. In der Industrie-Mikrowelle werden je Stunde bei einer Verweildauer der Rapsamen in der Anlage von durchschnittlich 20 Minuten etwa 72 kg erzeugt. In der Industrie-Mikrowelle kann die Zeitdauer der Behandlung nur über die Verweildauer der Materialien in der Anlage gesteuert werden, wobei zum Beispiel für das Erreichen von 105 °C beim Rapsamen 20 Minuten benötigt werden.



Erbsen sind nicht nur Eiweiß- sondern auch Energielieferanten.

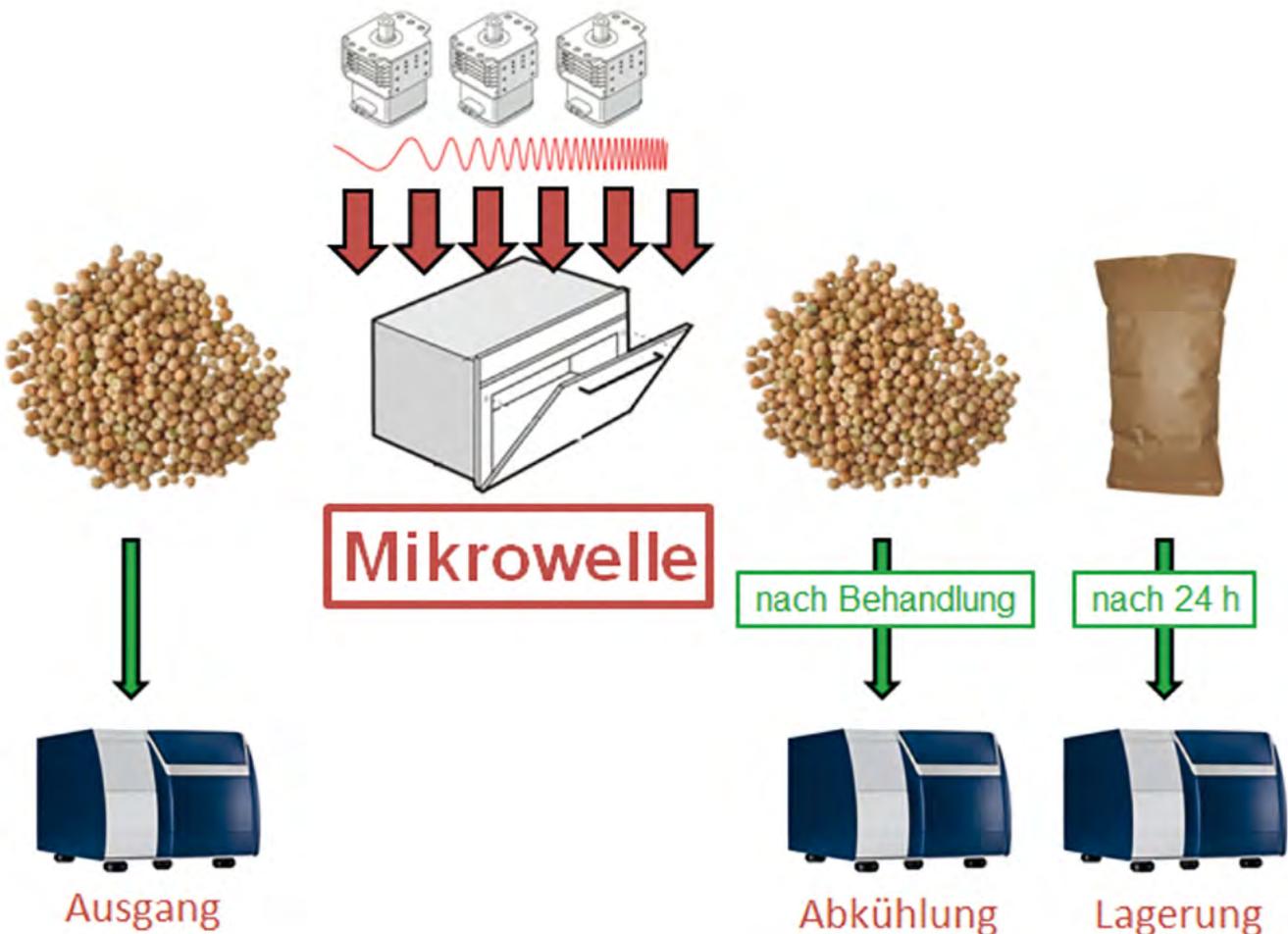


In den vorliegenden Untersuchungen erfolgten die Probenentnahmen bei den Ausgangsmaterialien (Ausgang), dem Produkt direkt nach der Mikrowelle mit einer schnellen manuellen Abkühlung (Abkühlung) und nach 24 Stunden Lagerung der behandelten Produkte in Papiersäcken (Lagerung), um den Effekt der langsamen Abkühlung der analysierten Produkte beschreiben zu können. Modellhaft soll das Schema des Vorgehens in Abbildung 1 dargestellt werden.

Die mittlere Behandlungsdauer der Erbsen in der Mikrowelle I betrug maximal 60 Sekunden und in der Industrie-Mikrowelle (Mikrowelle II) 20 Minuten. Bei den Lupinen konnten 30-40 Sekunden Zeitdauer der Behandlung in der Mikrowelle I und wiederum 20 Minuten in der Mikrowelle II ermittelt werden. Der Leinsamen wurde nur in Mikrowelle I geprüft und wurde hierbei im Mittel 30-40 Sekunden in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Bandes behandelt.

Abbildung 1:

Schema für den Ablauf der Behandlung der Produkte mittels Mikrowellen und Probenentnahmen für die Analysen





Erbsen

Bei den Erbsen konnte eine signifikante Erhöhung der Trockenmasse durch die Behandlung mittels Mikrowelle beobachtet werden (Tabelle 1).

Weiterhin konnte eine signifikante, wenn auch futterwert-technisch nur geringe Erhöhung des Gehaltes an Rohprotein in den Materialien mit einer langsamen Abkühlung (Lagerung) nachgewiesen werden, wobei die anderen Inhaltsstoffe auf einem vergleichbaren Niveau verblieben.

Insgesamt wurden 27 Proben bei den Erbsen analysiert, wobei beim Ausgangsmaterial 9 Proben und den Temperaturstufen 105°C 12 Proben (6x Abkühlung und 6x Lagerung) und bei 110°C insgesamt 6 Proben (3x Abkühlung und 3x Lagerung) untersucht werden konnten.

Durch die Behandlung mittels Mikrowellen konnte eine leichte Verminderung des Gehaltes an NDF in den Erbsen ermittelt werden. Signifikante Unterschiede in den Detergentien konnten jedoch nicht nachgewiesen werden (Tabelle 2). Vergleichbare Ergebnisse zeigte auch die Mikrowelle II.

Die Proteinlöslichkeit der Erbsen wurde durch die Behandlung mit der Mikrowelle I signifikant vermindert (Tabelle 3). Bei einer Temperatur von 110°C konnte eine Verminderung der Proteinlöslichkeit auf die Hälfte gegenüber dem Ausgangsmaterial erzielt werden. Dadurch konnte auch der berechnete Gehalt an nXP signifikant erhöht werden. Es konnte bei der Rohprotein-Fraktionierung ein Anstieg der B3-Fraktion nachgewiesen werden, was den Effekt der Verminderung der Proteinlöslichkeit unterstreicht. Diese Effekte können beim Einsatz der Industrie-Mikrowelle (MW II) nicht beobachtet werden.

	TM (g/kg FM)	XA (g/kg TM)	XP (g/kg TM)	XF (g/kg TM)	XL (g/kg TM)	XS (g/kg TM)
AUSGANG	878 ^a ± 1	34 ± 1	210 ^a ± 5	75 ± 15	20 ± 4	511 ± 20
105°C A.	897 ^{bc} ± 4	34 ± 1	215 ± 7	67 ± 12	20 ± 4	517 ± 9
105°C L.	912 ^{bd} ± 3	34 ± 1	220 ^b ± 3	79 ± 10	21 ± 7	497 ± 11
110°C A.	904 ^{bde} ± 2	34 ± 1	217 ± 2	73 ± 1	17 ± 1	507 ± 7
110°C L.	924 ^{bdf} ± 5	34 ± 1	220 ^b ± 7	79 ± 2	16 ± 1	504 ± 3

Tabelle 1: Ergebnisse der Nährstoffanalyse der Erbsen bei einer Behandlung mittels Mikrowelle I (MW I) bei 105°C und 110°C (n=27)

A.: Abkühlung; L.: Lagerung

	NDF (g/kg TM)	pNDF (g/kg TM)	ADF (g/kg TM)	ADL (g/kg TM)	NFC (g/kg TM)
AUSGANG	209 ± 60	200 ± 42	105 ± 7	6 ± 6	526 ± 57
105°C A.	179 ± 32	221 ± 28	94 ± 12	4 ± 4	553 ± 26
105°C L.	211 ± 56	251 ± 37	103 ± 13	3 ± 3	516 ± 51
110°C A.	198 ± 17	203 ± 50	99 ± 7	3 ± 1	534 ± 16
110°C L.	266 ± 10	251 ± 62	105 ± 6	3 ± 1	464 ± 14

Tabelle 2: Ergebnisse der Detergentien bei den Erbsen bei einer Behandlung mittels Mikrowelle I (MW I) bei 105°C und 110°C (n=27)

A.: Abkühlung; L.: Lagerung



	Proteinlöslichkeit (%)	Reinprotein (g/kg TM)	nXP (g/kg TM)
AUSGANG	51 ^a ± 6	208 ^a ± 5	176 ^a ± 6
105°C A.	34 ^{bc} ± 7	205 ^a ± 3	181 ^a ± 5
105°C L.	33 ^{bc} ± 4	210 ± 6	190 ^{bc} ± 8
110°C A.	25 ^{bde} ± 2	215 ^b ± 1	193 ^b ± 7
115°C L.	22 ^{bdf} ± 2	215 ^b ± 3	210 ^{bd} ± 10

Tabelle 3: Ergebnisse der Proteinlöslichkeit, des Reinproteins und des nXP bei den Erbsen bei einer Behandlung mittels Mikrowelle I (MW I) bei 105°C und 110°C (n=27)

A.: Abkühlung; L.: Lagerung

Leinsamen

Beim Öllein ist die signifikante Erhöhung des Gehaltes an Rohfett (XL) bei einer Steigerung des Gehaltes an Stärke (XS) zu beachten. Diese höheren Gehalte könnten durch die signifikante Verminderung an Rohfaser im Öllein mittels Mikrowellen-Behandlung hervorgerufen bzw. umgesetzt worden sein.

Inwieweit Veränderungen in der Zusammensetzung des Öles, wie bei CHOO et al. (2007) beschrieben, aufgetreten sind, wurde in den vorliegenden Untersuchungen nicht analysiert.

Der Anteil an Rohprotein bleibt durch die Behandlung mittels Mikrowelle unbeeinflusst (Tabelle 4), wobei der mittlere Gehalt von 220 g/kg TM gegenüber den Angaben der DLG-Futterwerttabelle mit im Mittel 248 g/kg TM geringer erscheint.

Dagegen sind die Rohöl-Gehalte im Ausgangsmaterial mit durchschnittlich 425 g je kg TM auf einen höheren Niveau als bei den DLG-Futterwerttabellen mit 365 g je kg TM (DLG, 2015).

	TM (g/kg FM)	XA (g/kg TM)	XP (g/kg TM)	XF (g/kg TM)	XL (g/kg TM)	XS (g/kg TM)
AUSGANG	931 ^a ± 1	36 ± 1	220 ± 1	185 ^a ± 20	425 ^a ± 18	134 ± 3
ABKÜHLUNG	961 ± 5	36 ± 1	220 ± 1	150 ± 37	459 ^b ± 15	135 ± 23
LAGERUNG	964 ^b ± 5	36 ± 1	219 ± 1	128 ^b ± 23	465 ^b ± 9	152 ± 20

Tabelle 4: Ergebnisse der Nährstoffanalyse des Öllein (n=9) bei einer Behandlung mittels Mikrowelle bei 105°C



Im Ausgangsmaterial des Leinsamens konnten mittlere Gehalte an NDF von 359 g je kg TM sowie ADF von 215 g je kg TM ermittelt werden. Nach der Behandlung mittels der Mikrowelle zeigte sich eine Verminderung der Gehalte auf (Abbildung 2), die jedoch nicht statistisch gesichert werden konnten.

Erst nach der Lagerung der behandelten Produkte konnte eine signifikante Verminderung der NDF- sowie ADF-Werte beobachtet werden.

Auch der ADL-Gehalt verminderte sich von 149 g je kg TM im Ausgangsprodukt auf 101 g je kg TM nach der Mikrowelle auf dann signifikant auf 79 g je kg TM nach der Lagerung (weitere Einwirkung der Wärme).

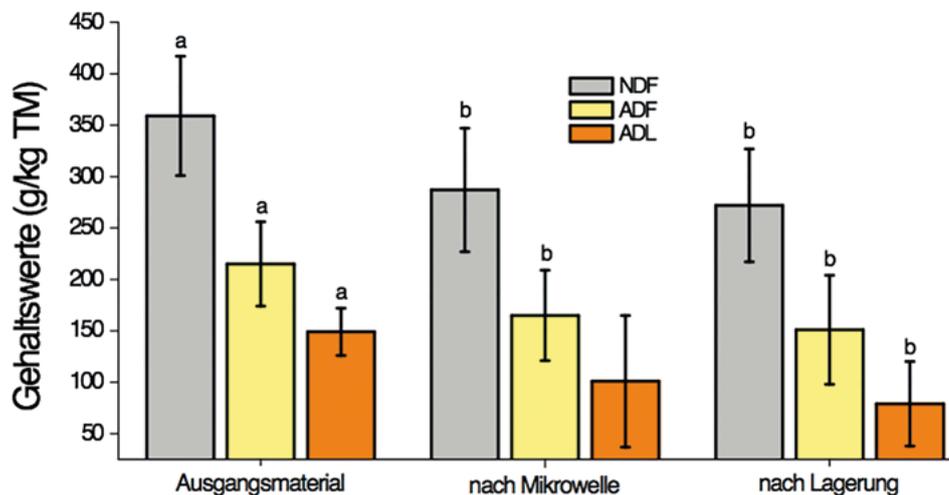
Diese Verminderung der Strukturkohlenhydrate könnte für den Einsatz der Mikrowellen-behandelten Leinsamen bei Schweinen und Aufzuchtälbern sprechen und sollte für Spezialprodukte bei diesen Tierkategorien geprüft werden.

Durch die Behandlung mittels Mikrowelle konnte eine signifikante Erhöhung des Energiegehaltes im Öllein von 10,5 MJ NEL je kg TM (DLG-Futterwerttabelle 10,7 MJ NEL je kg TM) auf durchschnittlich 11,2 MJ NEL je kg TM nach der Lagerung nachgewiesen werden (Tabelle 5).

Bei vergleichbaren Gehalten an nutzbarem Rohprotein und einer unveränderten ruminale Stickstoffbilanz konnten kleine Veränderungen im Gehalt an pepsinunlöslichem Rohprotein beobachtet werden, die jedoch nicht statistisch gesichert werden konnten und auch keine wesentliche Veränderung des Futtermittels Öllein hervorrufen würden.

Gegenüber den Angaben der DLG-Futterwerttabelle mit 127 g nXP je kg TM sind die 10% in den eigenen Untersuchungen etwas geringer (bei auch gleichzeitig geringeren Gehalten an Rohprotein). Für den Gehalt an Blausäure (LUFA Speyer) zeigte sich jedoch, dass es zu einer Erhöhung des mittleren Gehaltes durch die Mikrowellenbehandlung um 61 mg je kg TM kam.

Abbildung 2:
Gehalte an NDF,
ADF sowie ADL im Verlauf
der Behandlungen (n=9)
bei einer Behandlung
mittels Mikrowelle bei 105°C



	MJ NEL	nXP (g/kg TM)	RNB (g/kg TM)	Pepsinunl. XP (Prozent)	Blausäure (mg/kg TM)
AUSGANG	10,5 ^a ± 0,3	102 ± 1	19 ± 1	11 ± 2	187 ^a ± 14
ABKÜHLUNG	11,0 ^b ± 0,4	101 ± 2	19 ± 1	10 ± 1	
LAGERUNG	11,2 ^b ± 0,2	102 ± 3	19 ± 1	13 ± 5	248 ^b ± 25

Tabelle 5: Energiegehalte und weitere Gehalte des Öllein (n=9) bei einer Behandlung mittels Mikrowelle bei 105°C



Lupinen

Alle Proben der Lupinen innerhalb der geprüften Behandlungsstufen wiesen eine mittlere Energiekonzentration von 8,9 MJ NEL je kg TM auf. Dagegen zeigen die Ergebnisse von PRIES et al. (2008) eine Erhöhung der Energiedichte nach einer thermischen Behandlung der Lupinen mit 135°C. Die Rohnährstoffe wurden durch die Behandlung mittels Mikrowelle nicht signifikant beeinflusst (Tabelle 6), auch wenn die Trockenmasse der Lupinen signifikant erhöht wurde.

PRIES et al. (2008) zeigen auch eine Erhöhung der Trockenmasse und weiterhin eine Erhöhung des Rohproteins bei einer geringfügigen Verminderung des Gehaltes an Rohfaser. Vor diesem Hintergrund könnte die Behandlungstemperatur der Lupinen von 105°C mit einer Bandgeschwindigkeit von durchschnittlich 1,3m als zu gering eingestuft werden und müsste in weiteren Versuchen erhöht werden.

Bei den Lupinen zeigte sich nach der Behandlung mittels Mikrowelle eine signifikante Erhöhung des Gehaltes an NDF von 24% im Ausgangsmaterial gegenüber 28% im Material nach

der Lagerung (Tabelle 7). Die Gehalte an ADF sind nach der Lagerung mit einer kontinuierlichen Abkühlung (Papiersäcke) abnehmend und die Gehalte an ADL ebenfalls. Die Nichtfaserkohlenhydrate (NFC) bleiben dagegen eher unbeeinflusst. Aus diesen vorliegenden Ergebnissen könnte abgeleitet werden, dass bei den Lupinen eine schnelle Abkühlung nach der Behandlung mittels Mikrowelle erfolgen sollte.

Im Ausgangsmaterial konnte eine mittlere RNB von 22g je kg TM nachgewiesen werden. In den Produkten mit einer schnellen Abkühlung nach der Mikrowelle (RNB 12 ± 22g/kg TM) sowie nach der Lagerung (RNB 9 ± 19g je kg TM) konnte eine signifikante Verminderung der RNB ermittelt werden.

Bei einem mittleren Gehalt an Reinprotein von 328 ± 18g je kg TM konnten zwischen den Stufen der Behandlung signifikante Unterschiede dokumentiert werden. Es zeigte sich aber eine signifikante Verminderung der Proteinlöslichkeit und eine damit einhergehende signifikante Erhöhung des Gehaltes an nutzbarem Rohprotein (Tabelle 8).

	TM (g/kg FM)	XA (g/kg TM)	XP (g/kg TM)	XF (g/kg TM)	XL (g/kg TM)	XL (g/kg TM)
AUSGANG	878 ^a ± 3	37 ± 1	345 ± 6	126 ± 12	55 ± 2	100 ± 7
ABKÜHLUNG	900 ^{bc} ± 1	38 ± 1	349 ± 7	118 ± 7	56 ± 1	113 ± 13
LAGERUNG	919 ^{bd} ± 3	37 ± 1	335 ± 26	118 ± 9	54 ± 3	101 ± 4

Tabelle 6: Ergebnisse der Nährstoffanalyse der Lupinen (n=9) bei einer Behandlung mittels Mikrowelle bei 105°C

	NDF (g/kg TM)	pNDF (g/kg TM)	ADF (g/kg TM)	ADL (g/kg TM)	NFC (g/kg TM)
AUSGANG	241 ^a ± 2	244 ^a ± 6	184 ^a ± 4	6 ^a ± 2	323 ± 5
ABKÜHLUNG	263 ^{bc} ± 23	261 ^a ± 13	184 ^a ± 8	4 ± 1	295 ± 16
LAGERUNG	280 ^{bd} ± 13	290 ^b ± 13	196 ^b ± 8	3 ^b ± 1	294 ± 33

Tabelle 7: Ergebnisse der Detergentien bei den Lupinen (n=9) bei einer Behandlung mittels Mikrowelle bei 105°C

	Proteinlöslichkeit (%)	Reinprotein (g/kg TM)	nXP (g/kg TM)
AUSGANG	67 ^a ± 2	336 ^a ± 6	202 ^a ± 7
ABKÜHLUNG	42 ^b ± 7	334 ± 8	241 ^b ± 6
LAGERUNG	39 ^b ± 4	313 ^b ± 26	246 ^b ± 19

Tabelle 8: Ergebnisse der Proteinlöslichkeit, des Reinprotein und des nXP bei den Lupinen (n=9) bei einer Behandlung mittels Mikrowelle bei 105°C



Bei den Lupinen konnte eine Verminderung der B1-Fraktion von durchschnittlich 65% im Ausgangsmaterial auf Werte zwischen 30 und 40% nach der Behandlung mittels Mikrowelle beobachtet werden. Parallel dazu zeigte sich eine Erhöhung der Fraktion B2. Auf geringem Niveau kann jedoch eine Erhöhung des Anteils an NPN-Verbindungen (Fraktion A) beobachtet werden. Vergleichbare Ergebnisse weisen PRIES et al. (2008) bei mit 135°C behandelten Lupinen aus.

Es sollte aber immer beachtet werden, dass die Methode nach SHANNACK (2004) für Lupinen nicht geeignet erscheint und es lediglich eine Verschiebung von der B1-Fraktion in die B2-Fraktion gibt, was die ausgewiesenen Gehalte an UDP in Fütterungsversuchen zu überprüfen gilt. Wie bei den Detergentienfasern beschrieben deuten die Ergebnisse der Untersuchungen auch bei der Proteinlöslichkeit und dem Reinprotein auf eine möglichst schnelle Abkühlung der Lupinen nach der Behandlung mit der Mikrowelle hin.



Bei Lupinen konnte durch die Behandlung der NDFom-Gehalt gesteigert werden.

Fazit

Bei allen Futtermitteln konnte durch die Behandlung mittels Mikrowelle eine Erhöhung des Gehaltes an Trockenmasse beobachtet werden. Inwieweit dies Auswirkungen auf den Futterwert haben kann, müsste noch abgeklärt werden.

Leinsamen weisen nach der Mikrowelle-Behandlung einen höheren Gehalt an Öl bei einer Verminderung des Rohfasergehaltes auf, was sich ebenfalls bei den Detergentienfasern widerspiegelte. Dies könnte sich positiv auf die Verwertung der Leinsamen in der Fütterung der Monogaster auswirken.

Die Proteinlöslichkeit bei Erbsen und Lupinen wurde durch die Mikrowelle sehr deutlich reduziert. Hier sind weiterführende Untersuchungen anzuraten, um den Effekt der im Labor ermittelten Werte in Fütterungsversuchen zu überprüfen, denn für die Monogaster könnte dieser Effekt zu einer Verminderung der verfügbaren Aminosäuren führen.



DER DIREKTE DRAHT

Dr. Heiko Scholz

Hochschule Anhalt, Fachbereich LOEL

Email: h.scholz@loel.hs-anhalt.de

Stand: Oktober 2015

Redaktion Proteinmarkt

c/o AGRO-KONTAKT
Hermannshof, 52388 Nörvenich
Tel.: (0 24 26) 90 36 14
Fax: (0 24 26) 90 36 29
eMail: info@proteinmarkt.de

www.proteinmarkt.de

proteinmarkt.de ist ein Infoangebot vom Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e.V. (OVID) in Zusammenarbeit mit der Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP).

ufop **OVID**