



Glucosinolatgehalt in Rapsfuttermitteln: Entscheidendes Qualitätskriterium in der Tierernährung¹

F. Schöne Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Str. 98, 07743 Jena

In der Bezeichnung 00-Raps steht die zweite 0 für einen niedrigen Glucosinolatgehalt, der die Rückstände der Ölgewinnung, das Rapsextraktionsschrot (RES) bzw. den Rapskuchen (RK), zu Futtermitteln mit guter Akzeptanz nicht nur bei Rindern sondern auch bei Schweinen machen soll. Die Glucosinolate (GSL) kennzeichnet eine einheitliche Struktur (Abbildung 1). Thioglucose ist über Kohlenstoff mit Sulfat verknüpft. Den Rest (in der Abbildung auf R verkürzt) bilden kettenförmige oder ringförmige Strukturen, nach denen die Verbindungen unterschieden werden.

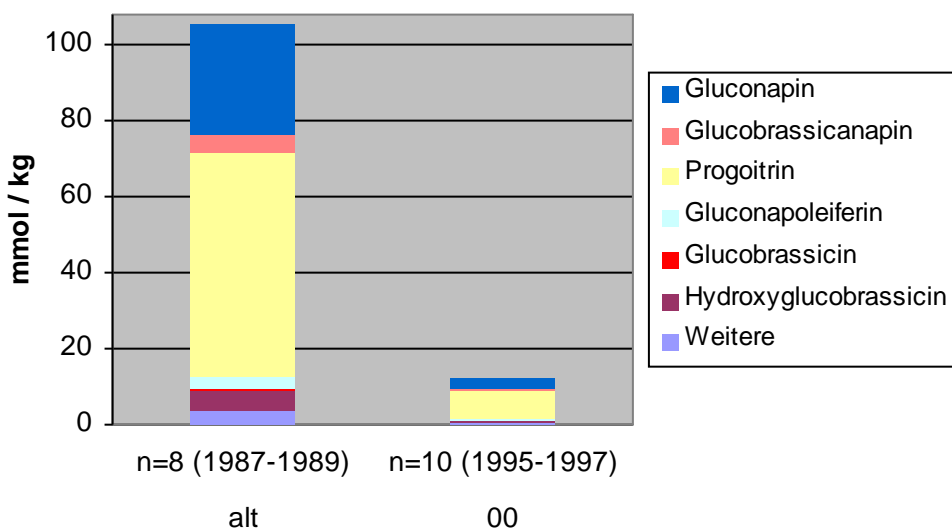
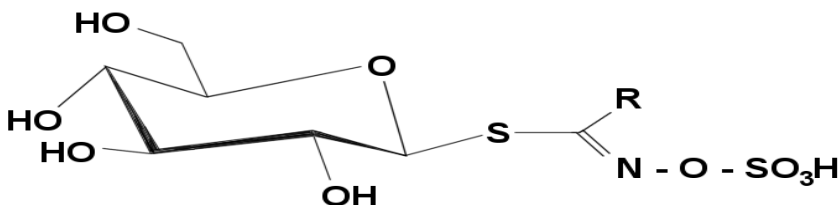


Abbildung 1: Glucosinolate in Extraktionsschroten aus Rapssaat des alten und neuen Typs

¹ Nach einem Vortrag zum UFOP Statusseminar – Rapsfuttermittel am 12.05.09 in Berlin



Im Raps kommen in relevanten Mengen 7 GSL vor. Die in Deutschland bis Mitte der 1990er Jahre angebauten alten Rapssorten enthielten bis über 150 mmol GSL/kg Saat resultierend in Extraktionsschroten mit mehr als 100 mmol/kg, entsprechend 4,5 % bei einem gewichteten mittleren Molgewicht von 465. Die 00 Sorten zeigen in der Saat und im Schrot, verglichen mit dem alten Raps eine Verminderung des Gehaltes der GSL auf ein Siebentel bis auf ein Fünftel.

GSL in zu hohem Anteil vermindern die Futteraufnahme und hemmen die Schilddrüse. Der Wiederkäuer ist über die Entgiftungsleistung der Pansenmikroben besser in der Lage mit den Verbindungen fertig zu werden, und so sind Rinder und Schafe nach wie vor die wichtigsten Konsumenten der Rapsfuttermittel. Jedoch werden Rapsfuttermittel bei Schwein und Geflügel (siehe dazu Jeroch u.a.: Archiv Geflügelkunde 72, 2008, 49-55) immer interessanter, stärkt deren Einsatzmöglichkeit bei diesen empfindlicheren Tieren doch das Vertrauen in den nach wie vor nicht völlig etablierten heimischen Proteinträger Nummer 1.

In dieser Übersicht ist als erstes die Frage zu beantworten, wie viel GSL Schweine ohne Futteraufnahme-Depression vertragen. Im Falle der Definition einer kritischen GSL-Konzentration im Mischfutter soll als zweites eine Bestandsaufnahme des GSL-Gehaltes der Rapsfuttermittel erfolgen. Auf ein Minimierungskonzept für GSL in den Rapsfuttermittel aus der Verarbeitung bis zurück zur geernteten Saat wird in einem dritten Teil eingegangen.

Akzeptanz von Rapsfuttermitteln aus 00 Saatherkünften und für die Leistung und Schilddrüsengesundheit kritische Glucosinolatkonzentrationen bei Mastschweinen

Ein älterer Jenaer Schweinemastversuch mit 16% an GSL reichem RES im Alleinfutter demonstrierte im Vergleich zur Kontrolle (ohne RES, mit Sojaextraktionsschrot, SES) eine um ein Zehntel niedrigere Futteraufnahme und um ein Fünftel niedrigere Zunahmen (Abbildung 2).

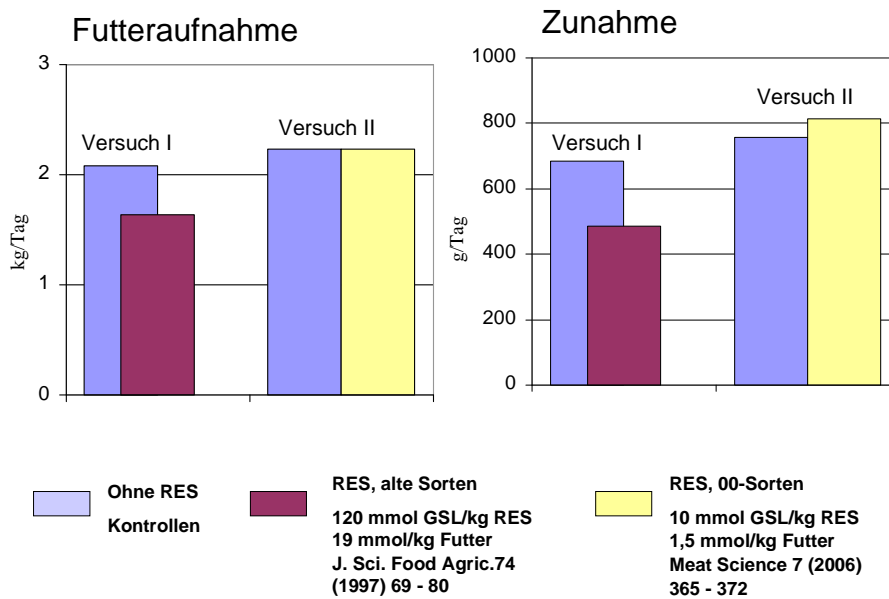


Abbildung 2: Rapsextraktionsschrote (RES) alter Sorten (mit viel Glucosinolaten, GLS Versuch I) und von 00-Sorten (Versuch II) bei Schweinen

Ein neuerer Versuch in Kooperation mit der Versuchsstation Neu-Ulrichstein in Hessen mit bis zu 15% GSL armem RES im Alleinfutter ließ im Vergleich zur Kontrollgruppe weder eine Minderung des Verzehrs noch der Zunahmen erkennen.

Die in diesem Versuch erreichte hohe Wachstumsintensität verbunden mit einem niedrigen Aufwand an Futter je kg Zunahme und einem hohen Muskelfleischanteil demonstriert die Qualitätsanforderungen, denen Futtermittel und hier besonders der Proteinträger RES heutzutage genügen müssen (Tabelle 1).



Tabelle 1: Schweinemastversuch mit Rapsextraktionsschrot – Leistung und Jodstatus (46 Tiere/Gruppe, 41 – 117 kg Lebendmasse (LM)²

Rapsextraktionsschrot		Ohne (Kontrolle)	Mit	
	g/kg Futter	0	100	150
Glucosinolate	mmol/kg Futter	<0,1	0,8	1,2
Futteraufnahme	kg/Tag	2,26	2,30	2,20
Zunahme	g/Tag	797	821	813
Futter : Zunahme	kg/kg	2,84	2,80	2,70
Schilddrüse				
- Gewicht	g/100 kg LM	9,1	9,4	8,6
- Jodgehalt	µg/g	2826 ^a	2306 ^b	2229 ^b
- Jod insgesamt	mg	30	25	22
Fleisch				
- Jodgehalt	µg/kg	3,5	3,3	2,8

^{a,b} = unterschiedliche Indices stehen für signifikante Differenzen

Rapskuchen schnitt aufgrund seines später noch zu besprechenden höheren GSL Gehaltes im Mastversuch nicht so günstig wie das RES ab (Tabelle 2).

Tabelle 2: Schweinemastversuch mit Rapskuchen (n = 60, 25 – 103 kg Lebendmasse)³

		Kontrolle	Rapskuchen	
	g/kg Futter	0	75	150
Glucosinolate	mmol/kg Futter	0	1,6	3,2
Futteraufnahme	kg/Tag	2,39 ^a	2,34 ^{ab}	2,26 ^b
Zunahme	g/Tag	779 ^a	786 ^a	718 ^b
Futteraufwand	Kg Futter / kg Zunahme	3,08 ^{ab}	2,99 ^b	3,17 ^a
Schilddrüse				
Gewicht	g/100 kg LM	7,5 ^c	10,3 ^b	15,8 ^a

^{a,b} = unterschiedliche Indices stehen für signifikante Differenzen

² Meat Science 7 (2006) 365 - 372

³ Arch. Anim. Nutr. 55 (2001) 333 - 350



Der Anteil von 15% im Mastfutter bewirkte eine Futtermittelfress- und Zunahmedepression - die GSL Konzentration von 3 mmol/kg Futter überstieg offensichtlich die Anpassungsfähigkeit der Schweine, worauf auch die vergrößerten Schilddrüsen hindeuteten. Aus diesem Schweinemastversuch und weiteren Versuchen (Weiß u. a. 2009: Vortrag UFOP Statusseminar Rapsfuttermittelleinsatz beim Schwein) ergibt sich eine Obergrenze von 1,5 mmol GSL/kg Alleinfutter.

Neben dem hohen Niveau der Tiergesundheit und Tierleistung als Ausdruck der Wirtschaftlichkeit bestimmen ebenfalls die Produktqualität und Auswirkungen der Nutztiere auf die Umwelt die Anforderungen an das Futter (Tabelle 3).

Tabelle 3: Forderungen an das Nutztier und das Futter

Tier ¹	Futter ¹
Gesundheit <ul style="list-style-type: none"> • Freisein von Krankheit • Nicht beeinflusste Blut-, Harn-, Milch- und Organ-Parameter 	Minimierung schädlicher Bestandteile unterhalb definierter Schwellenwerte in den Rationen
Hohe Leistung <ul style="list-style-type: none"> - 30 - 40 kg Milch pro Kuh - 750 – 800 Tageszunahme je Schwein - Niedriger Futteraufwand für gute Wirtschaftlichkeit und Minimierung des N und P Output über die Exkreme pro Einheit Produkt 	Nährstoffe, Energie <ul style="list-style-type: none"> • adäquater Gehalt • adäquate Verfügbarkeit Hohe Akzeptanz / Futteraufnahme
Produktqualität <ul style="list-style-type: none"> • Optimale sensorische und weitere Merkmale • Lebensnotwendige Nährstoffe in Milch, Fleisch und Eiern in günstiger Konzentration 	Optimierung vor allem der Energie, des Proteins, Fettes und der Mikronährstoffe

¹Die Sicherheit von Futter- und Lebensmitteln mit Höchstmengen und Richtwerten und gesetzlichen Vorgaben hinsichtlich mikrobieller Risiken ist nicht aufgeführt. Dessen ungeachtet ist die Sicherheit Basis jeder Qualitätsforderung.



Für die Produktqualität interessiert nach wie vor das Jod, vermindern doch GSL beziehungsweise deren Abbauprodukte nicht nur die Jodspeicherung der Schilddrüse (Tabelle 1) sondern auch die Konzentration des Jods in den mit Nutztieren erzeugten Lebensmitteln. Jedoch lässt sich der Jodgehalt des Fleisches über die Fütterung nicht beeinflussen, dies im Unterschied zu Milch und Eiern (Übersicht bei Schöne und Rajendram in „Iodine in Farm Animals“. Comprehensive Handbook of Iodine. Oxford Academic Press 2009, pp.151-170). Weder wurde wie in Tabelle 1 gezeigt die Fleischjodkonzentration durch Glucosinolate beeinflusst, noch ließ sich selbst bei sehr hohen Jodgaben (und dies entgegen den Ergebnissen anderer Forschergruppen) das an sich sehr wenige Jod des Fleisches anreichern.

Erkennt man den oben genannten Grenzwertes von 1,5 mmol GSL pro kg Alleinfutter an, bei dessen Unterschreiten der Futterwert bzw. die Mastleistung nicht erniedrigt sind und die Schilddrüsengesundheit für den Tierarzt akzeptabel ist, so hängen die maximal einzusetzenden Anteile eines Rapsfuttermittels von dessen GSL-Gehalt ab (Tabelle 4).

Tabelle 4: Ein Maximum von 1,5 mmol Glucosinolaten. (GSL/kg Mischfutter für Schweine gestattet je nach GSL-Gehalt eines Rapsfuttermittels bestimmte Einsatzgrenzen im Mischfutter)

GSL mmol/kg Rapsfuttermittel			
30	20	10	5
Einsatzgrenze im Mischfutter %			
5	7,5	15	30

Der angegebene niedrigste Gehalt der GSL und die sich daraus ergebende sehr hohe Einsatzgrenze sind ohne praktische Relevanz.

So würde ein hoher Gehalt von >20 mmol GSL/kg Rapsfuttermittel, im Mischfutter weniger als 10% Rapsfuttermittelanteil bedeuten, wogegen ein niedriger Gehalt von < 10 mmol GSL je kg Rapsfuttermittel bis zu 15 % und mehr davon in der Schweinemastration ermöglichen würde. Der weite Bereich möglicher Einsatzmengen der Rapsfuttermittel, abhängig vom jeweiligen GSL-Gehalt, führt zur Betrachtung der Einflussfaktoren auf den Gehalt dieser ungünstigen Substanzen.



Glucosinolatkonzentrationen aktueller Rapsqualitäten

Aus dem Fettentzug aus der Saat in der Verarbeitung resultiert im Rückstand die Konzentrierung der Nicht-Fett-Bestandteile. So ist im Vergleich zur Saat der Eiweiß- und Fasergehalt des RES nahezu verdoppelt. Der GSL Gehalt verändert sich während der Konditionierung kaum, das Vorpressen reichert gemäß dem Fettentzug die GSL an (Abbildung 3; Abbildung 4).

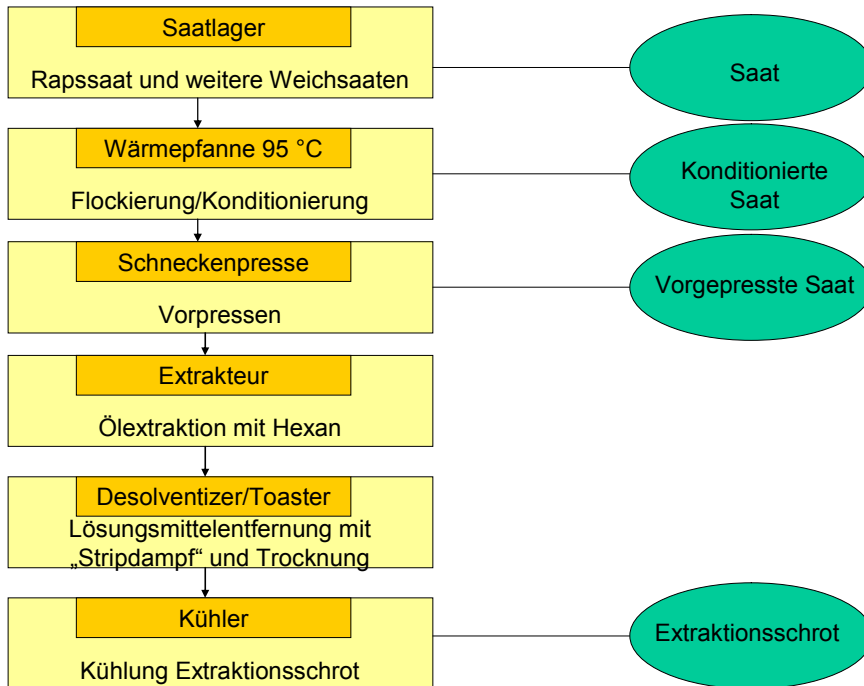


Abbildung 3: Verarbeitung von Raps

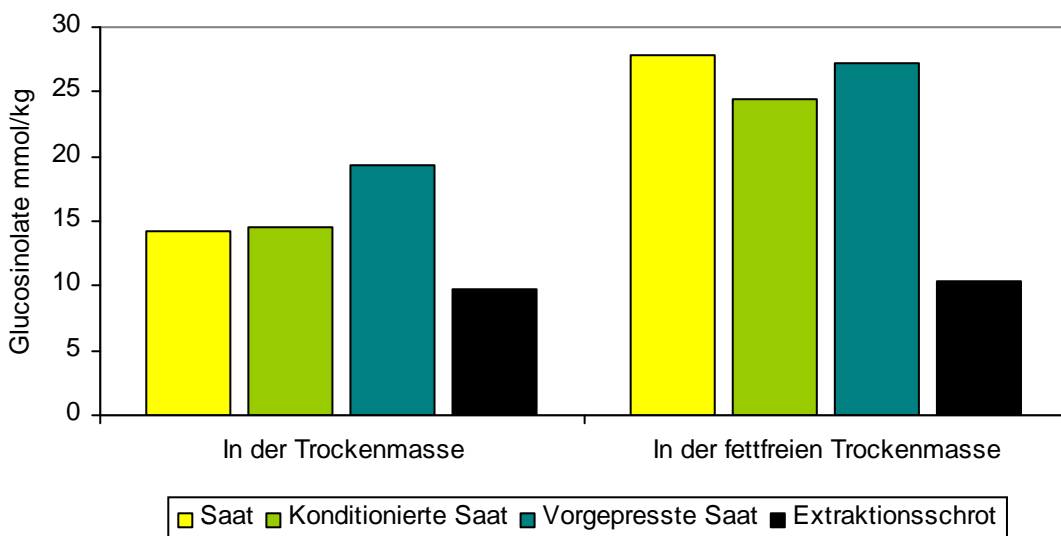


Abbildung 4: Glucosinolatabbau während der Verarbeitung in einer großen Ölmühle. Es wurde eine Rapssaatcharge in drei Wiederholungen über die Hauptprozessstufen verfolgt. UFOP-Schriften, Heft 20, (2003) 85 – 90



Jedoch war in dem mit Wasserdampf und Hitze behandelten Schrot nach der Toastung nur die Hälfte des GSL-Gehaltes der Saat zu finden. Auf der Basis fettfreie Masse, dem objektiv besseren Maßstab, enthielten die Saat, die konditionierte Saat und der Presskuchen ähnliche GSL-Gehalte, das getoastete Schrot zeigte einen Verlust von etwa zwei Drittel GSL. Solch ein hoher Abbau in dieser untersuchten Ölmühle darf nicht verallgemeinert werden. Schumann (2005) untersuchte RES aus 10 verschiedenen Ölmühlen, und hier zeigten sich Gehalte von <5 mmol GSL/kg (entsprechend GSL-Verlusten von zwei Dritteln) bis 15 mmol/kg (entsprechend GSL-Verlusten von weniger als einem Drittel). Ein GSL-Abbau erfolgt durch pflanzeigene Myrosinase nach Befeuchtung aber auch durch die Hitze im Toaster. Hohe Temperaturen inaktivieren ebenfalls die Myrosinase und hemmen damit den enzymvermittelten Teil des GSL-Abbaues. Der mittlere GSL-Gehalt von in den Ölmühlen gezogenen RES-Proben ($8,3 \pm 4,1$ mmol/kg, $n = 610$) stimmte mit dem von Proben aus Mischfutterwerken ($7,9 \pm 4,8$ mmol/kg, $n = 457$) überein (Abbildung 5).

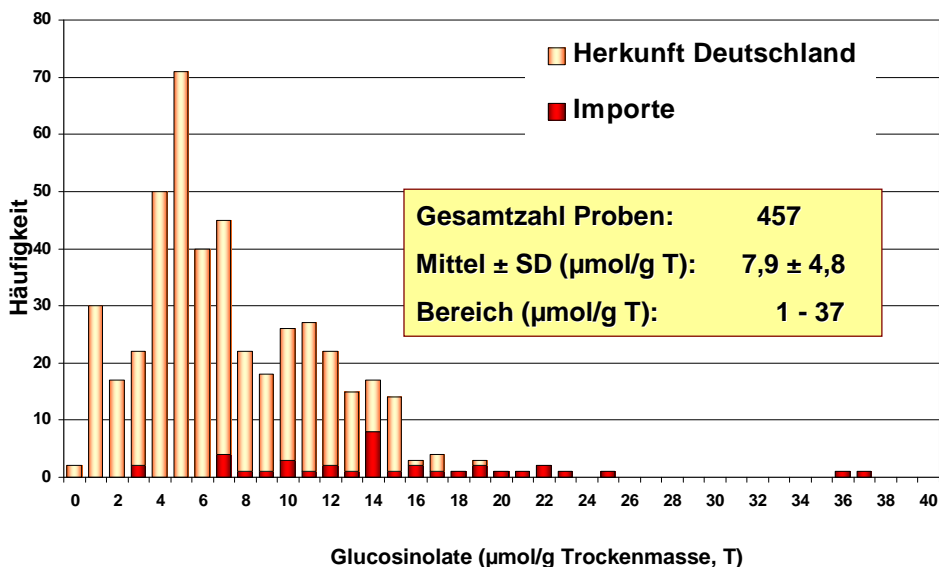


Abbildung 5: Glucosinolatgehalte von Rapsextraktionsschroten (RES) aus 28 Mischfutterwerken - Klassenbreite 1 µmol/g - (In Schumann, 2005: Glucosinolatgehalt von in Deutschland erzeugten und verarbeiteten Rapssaaten und Rapsfuttermitteln. UFOP-Schriften, Heft 27, 69 Seiten) 1 µmol/g = 1 mmol/kg.



Jedoch zeigte sich für einigen Mischfutterwerke die Verwendung von Schrotchargen mit höherem GSL-Gehalt - möglicherweise Importe aus Ländern mit GSL-reicherem Raps im Anbau. Wenn, wie im vorigen Abschnitt gezeigt, Schrote mit mehr als 15 mmol/kg ein Akzeptanzrisiko bei Schweinen darstellen, dann überschritten 4 % der untersuchten Proben diese Grenze.

Neben der Verarbeitung beeinflusst der GSL-Gehalt der jeweiligen Saatcharge den GSL-Gehalt des daraus hergestellten Futters. Es existieren nur wenige langfristige Untersuchungen von Konsumraps, sprich von geerntetem Raps (Abbildung 6).

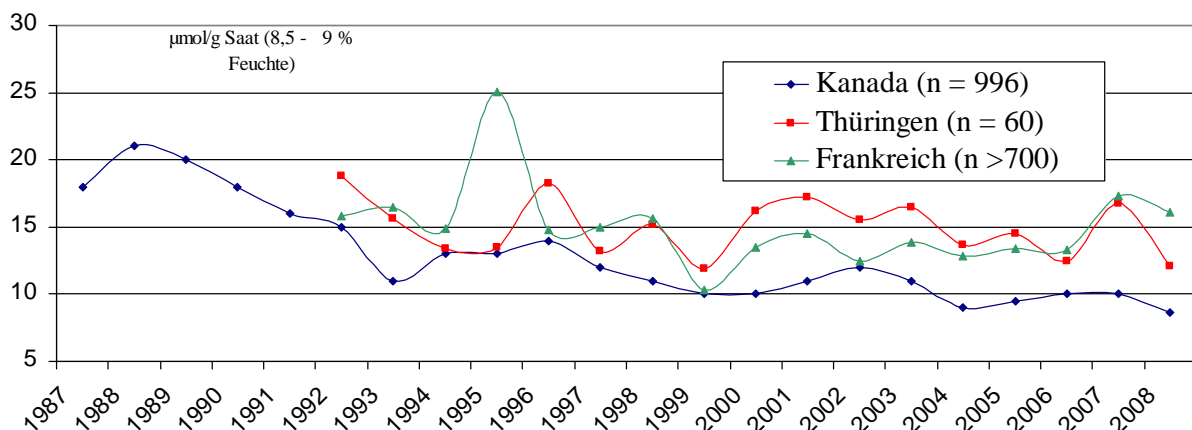


Abbildung 6: Mittlerer Glucosinolatgehalt geernteten 00-Rapses aus drei langfristigen Untersuchungsreihen. Anzahl Proben pro Jahr in Klammern; in Kanada begann der Anbau der 00-Qualität (Sommerraps!) eher als in Frankreich oder Deutschland.

Literatur.: Canadian Grain Commission, 2007: Report on the quality of 2007 Western Canadian Canola. Saskatoon, Saskatchewan. Thüringer Daten aus Landessortenversuchen und Forschung. Frankreich: Krouti u.a.: Quality of winter oilseed rape produced in France. Proc. 11th Int. Rapeseed Congr. Copenhagen, 1263-1264, and actual data from J. Evard

Entsprechend der in Kanada früheren Umzüchtung und dem früheren Anbaubeginn der 00-Sommerraps-Qualitäten begannen dort die Qualitätsuntersuchungen früher als bei dem hiesigen 00-Winterraps. Hervorzuheben ist die Freiwilligkeit der GSL-Analyse des geernteten Rapses, was die wenigen bisher vorliegenden Studien erklärt. Vor diesem Hintergrund können die Untersuchungen in Frankreich oder in Thüringen auch nicht repräsentativ für die EU sein. Für Kanada ist in den 1990er Jahren ein Abfall des GSL-Gehaltes des Rapses von 15 auf 10 mmol/kg nachzuweisen, während in Frankreich und Thüringen weitgehend konstant über die Jahre im Mittel um 15 mmol GSL/kg Erntegut bestimmt wurden.



Wie bereits angedeutet, gibt es für geernteten Raps keinen per Gesetz definierten GSL-Höchstgehalt. Die 00-Qualitätsvorgaben sind auf die Saat für die Einsaat limitiert. In der EU darf Rapssaatgut für die Anerkennung der 00-Qualität bis zu 25 μmol GSL/g enthalten (Abbildung 7).

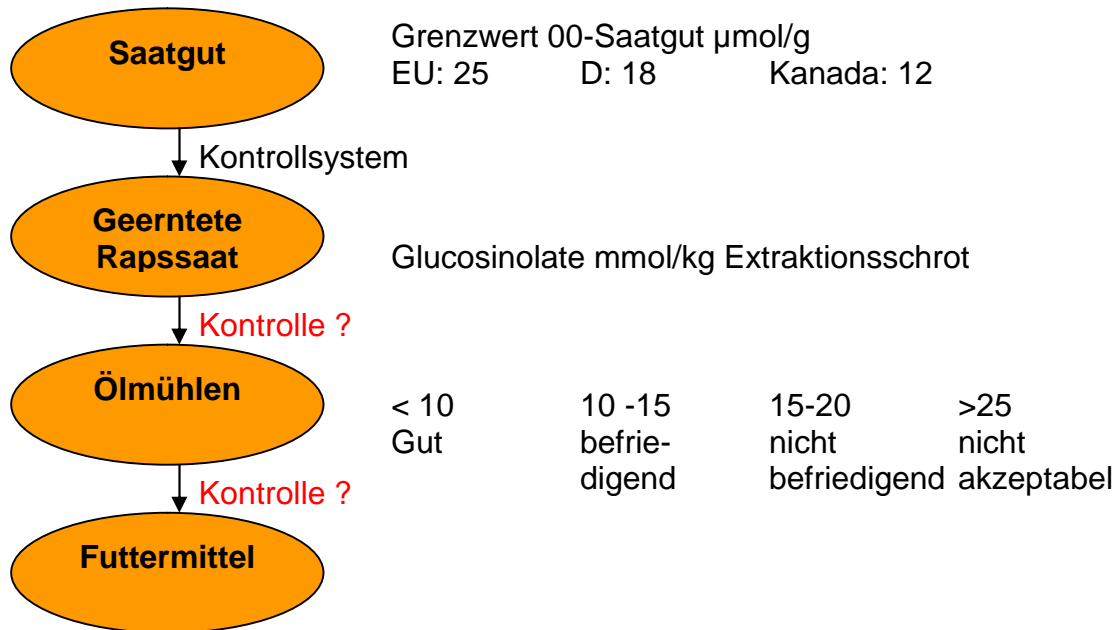


Abbildung 7: Qualitätskette Raps - nach der Empfehlung einer Arbeitsgruppe beim 11. Int. Rapskongress Kopenhagen 2003 (ergänzt). 1 μmol GSL/g ist gleich 1 mmol/kg: erstere Angabe wird für das Rapsschrot bevorzugt, letzteres für die Rapsfuttermittel.

In Kanada ist der Qualitätsgrenzwert niedriger und beträgt 12 μmol GSL/g Saat. In einer freiwilligen Selbstverpflichtung der deutschen Pflanzenzüchter und den Maßgaben des Bundesamtes für Sortenprüfung sind 18 μmol GSL/g als Obergrenze für 00-Saat festgeschrieben.

Unterstellt man in der Konsumware 18 mmol/kg Saat so entfallen auf die fettfreie Substanz 30 mmol GSL/kg, bei 25 mmol/kg Saat sind es sogar 40 mmol GSL/kg fettfreie Substanz. Das bedeutet 20 und 15 mmol GSL/kg Rapsextraktionsschrot, wenn man die Hälfte der GSL als Abbau während des Ölmühlenprozesses unterstellt. Für den „worst case“ mit nur einem Drittel Glucosinolatabbau würden bei geernteten Qualitäten von 12, 18 und 25 mmol GSL /kg Rapssaat Schrote mit 13, 20 und 27 mmol GSL/kg RES resultieren.



Qualitätskette für 00-Raps

Diese Qualitätskette für die Rapsfuttermittel vom Pflanzenbau über Ölmühle und Mischfutterwerk bis zum Futtertrog wurde in Grundzügen bereits auf dem 11. Weltrapskongress in Kopenhagen im Jahr 2003 erarbeitet (Abbildung 7). Sie geht über die beschriebenen EU Qualitätsvorgaben für das Saatgut hinaus. Die nachgewiesene Aversion der Schweine gegen zu viel GSL im Futter sollte die Ölmüller veranlassen den GSL-Gehalt der eingesetzten Rapssaat routinemäßig zu bestimmen. Bei unterstellt 50 % GSL-Abbau kann man Rapssaat (und das daraus zu erwartende Extraktionsschrot!) in vier Qualitäten einteilen: mit weniger als 10 mmol GSL/kg als gut, mit 10 bis 15 mmol GSL/kg als befriedigend, mit >15 bis 20 mmol GSL/kg als noch akzeptabel und mit über 20 mmol GSL/kg als inakzeptabel.

Die Mischfutterbetriebe sollten im GSL-Gehalt zertifizierte Rapsfuttermittel mit höchstens 20 mmol GSL/kg von den Ölmühlen beziehen. Das setzt voraus, die Ölmühlen akzeptieren als 00 Ware nur Konsumraps mit einer Obergrenze von 18 mmol GSL/kg. Wenn die Mischfutterbetriebe anonyme Rapsfuttermittel auf dem Eiweißfuttermittelmarkt einkaufen, dann müssen sie den GSL-Gehalt in eigener Verantwortung bestimmen lassen oder es sollten nur sehr niedrige Rapsfuttermittelanteile im Schweinemastfutter eingesetzt werden. Garantiert 00-Qualität besitzt in der Regel das von den Saatzuchtfirmen gelieferte Rapssaatgut. Weitere Kontrollen des GSL-Gehaltes sind notwendig - in den Ölmühlen und wenn nötig, ebenfalls in den Mischfutterbetrieben -, damit der 00-Qualitätsanspruch noch stärker für die Nutztierhalter und unter diesen besonders für die Schweinemäster spürbar wird.