

Einfluss der Mykotoxine Deoxynivalenol und Zearalenon auf die Fruchtbarkeit von Sauen

Andreas Gutzwiller, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 1725 Posieux

Auskünfte: Andreas Gutzwiller, E-Mail: andreas.gutzwiller@alp.admin.ch, Tel. +41 26 407 72 23



Die Anzahl der durch die Sau erfolgreich aufgezogenen Ferkel ist für die Rentabilität des Schweinezuchtbetriebs von hoher Bedeutung.
(Foto: Andrea Koller)

Einleitung

Mais und Halmgetreide werden auf dem Feld häufig von Pilzen der Gattung *Fusarium* befallen. Wenn die Vermehrungsbedingungen für diese Pflanzenschädlinge gut sind (reichlich Niederschläge, anfällige Getreidesorten), können diese den Ertrag beeinträchtigen und zudem das Getreide mit Mykotoxinen belasten. Schweine reagieren auf die von Fusarien gebildeten Mykotoxine Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon empfindlicher als

das Rind und das Huhn. Versuche mit weiblichen Sauen haben gezeigt, dass die Aufnahme hoher Mengen an Zearalenon die Fruchtbarkeit beeinträchtigt. Mit DON kontaminiertes Futter wird schlecht gefressen. DON hemmt zudem in höheren Konzentrationen die Proteinsynthese im Körper und schädigt somit in erster Linie Gewebe mit einer raschen Zellteilung wie z.B. Embryonen. Es ist deshalb zu vermuten, dass dieses Mykotoxin die Fruchtbarkeit ebenfalls beeinträchtigen kann. Gemäss den von der EU-Kommission (2006) herausgege-

benen Richtwerten sollte in der Gesamtration für Schweine mit 88 % TS nicht mehr als 0,9 mg/kg DON und 0,1 mg beziehungsweise 0,25 mg/kg Zearalenon für weibliche Schweine vor und nach Eintritt der Geschlechtsreife enthalten sein.

An ALP wurde in zwei Versuchen abgeklärt, welchen Einfluss eine Mykotoxinbelastung des Futters, die zwei bis drei mal über den Richtwerten liegt, auf die Fruchtbarkeit von Sauen hat. Im vorliegenden Bericht sind die Resultate zusammenfassend dargestellt. Detaillierte Angaben zu den Versuchen sind in den Publikationen von Gutzwiller *et al.* (2009a) und Gutzwiller (2010) nachzulesen.

Da weibliche Schweine vor der Geschlechtsreife auf Zearalenon besonders empfindlich reagieren, begann der Jungsauenversuch kurz vor der Geschlechtsreife, als die Tiere 80 kg schwer waren.

Im Versuch mit Altsauen erhielten die Tiere das mit DON belastete Futter während der Säugezeit. Die Kontamination des Futters für säugende Sauen hat ein besonders hohes Gefährdungspotenzial, da wegen der hohen Futteraufnahme während der Laktation die Mykotoxinbelastung des Organismus besonders hoch ist. Zudem ist das Risiko einer durch DON verursachten Reduktion des Futtermittels während der Laktation grösser als während der Galtphase, wo die Sauen wenig Futter erhalten. Wenn DON den Futtermittelverzehr hemmt, wird voraussichtlich die Milchleistung reduziert und die Sau wird vermehrt Körperreserven mobilisieren. Die Fruchtbarkeit im folgenden Reproduktionszyklus könnte in diesem Falle sowohl direkt durch die DON-Belastung des Organismus als auch indirekt durch eine ungenügende Körperkondition beeinträchtigt werden.

Methode

Beide Versuche wurden mit Sauen der Rasse Edelschwein durchgeführt, wobei in beiden Versuchen die Versuchsgruppe M (Mykotoxine; Futter, das zu 50 % aus kontaminiertem Weizen bestand) mit einer Kontrollgruppe K (Futter mit unkontaminiertem Weizen) verglichen wurde. Der kontaminierte Weizen für den Jungsauenversuch war mit 4 mg/kg DON und mit 0,8 mg/kg Zearalenon belastet, während im Weizen für den Altsauenversuch 6 mg/kg DON analysiert worden war. Andere Fusarientoxine wurden nicht nachgewiesen. Die Versuchsfutter wurden gemäss den Fütterungsempfehlungen von ALP rationiert zugeteilt.

Von den im Jungsauenversuch untersuchten Zwillingspaaren wurde je ein Geschwister der Versuchs- und der Kontrollgruppe zugeteilt. Einige Wochen nach der letzten Belegung wurden die Jungsauen geschlachtet und die Gebärmutter sowie die Eierstöcke untersucht.

Zusammenfassung

Neun Jungsauen erhielten ab 80 kg Lebendgewicht ein Alleinfutter, das 2 mg Deoxynivalenol (DON) und 0,4 mg Zearalenon pro kg enthielt. Im Vergleich zu den Kontrollsauen ohne Mykotoxinbelastung wuchsen sie bis 100 kg Lebendgewicht langsamer. Die Mykotoxinbelastung beeinflusste jedoch weder den Eintritt der Geschlechtsreife noch die Fertilität der Jungsauen. Im zweiten Versuch erhielten Altsauen während einer Laktation ein Alleinfutter, das mit 3 mg/kg DON belastet war. Vom DON-belasteten Futter wurden mehr Resten zurückgelassen als vom mykotoxinfreien Futter der Kontrollgruppe. Die DON-Belastung beeinträchtigte jedoch weder das Gewicht der Sauen und das Wachstum der Saugferkel noch die Fruchtbarkeit der Sauen im folgenden Reproduktionszyklus.

Im Versuch mit säugenden Sauen wurden die 63 Sauen am Ende der ersten Laktationswoche so auf die beiden Verfahren verteilt, dass beide Gruppen betreffend die Kriterien Wurfzahl, Anzahl gesäugter Ferkel und Fruchtbarkeitsindex vergleichbar waren. Nach dem Absetzen der Ferkel mit durchschnittlich 38 Tagen wurden sechs Sauen M und zehn Sauen K aus nicht versuchsbedingten Gründen von der Zucht ausgeschlossen und geschlachtet. Die 26 Sauen M und die 21 Sauen K, die nach dem Absetzen erneut belegt wurden, unterschieden sich nicht betreffend die Einteilungskriterien in die beiden Versuchsgruppen.

Tab. 1 | Jungsaueversuch: Leistungsdaten im Gewichtsbereich 80–100 kg

	M ¹	K ²	P
Jungsaue, n	9	9	
LG Versuchsbeginn, kg	80 ± 2,3	80 ± 2,8	0,73
Tageszuwachs, g	763 ± 89	912 ± 115	0,02
Futterverzehr, kg/Tag	2,4 ± 0,2	2,6 ± 0,2	0,12
Futterverwertung, kg/kg Zuwachs	3,2 ± 0,3	2,9 ± 0,3	0,05

Für die normalverteilten Daten in den Tabellen sind der Mittelwert und die Standardabweichung angegeben. Die statistische Auswertung dieser Daten erfolgte mit dem t-Test. LG: Lebendgewicht; ¹mit 2 mg/kg DON und 0.4 mg/kg Zearalenon kontaminiertes Futter; ²unkontaminiertes Futter

Resultate

DON und Zearalenon im Futter von Jungsaue

Im Gewichtsbereich 80–100 kg, der durch eine hohe Fut-
teraufnahme und ein rasches Wachstum charakterisiert
ist, reduzierte die Aufnahme des mit 2 mg/kg DON und
0,4 mg/kg Zearalenon belasteten Futters den Zuwachs
um 14 % ($P = 0,02$) und verschlechterte die Futterver-
wertung um 10 % ($P = 0,05$; Tab. 1).

Später beeinflussten die Mykotoxine diese Leistungs-
größen nicht mehr; sie verzögerten auch den Zeitpunkt
der ersten Rausche nicht (Tab. 2). Fünf der neun Ver-
suchssauen M waren nach dem ersten Decken trächtig,
zwei wurden nach drei Wochen wieder rauschig und
wurden dann erfolgreich gedeckt, während zwei Sauen
M unträchtig waren, obwohl sie nach dem ersten Decken
nicht umrauschten (Tab. 2). Ein Tier der Kontrollgruppe
wurde nie rauschig. Von den acht Jungsaue der Kont-
rollgruppe, die rauschig wurden, waren sieben nach
dem ersten Decken und eine nach zwei Belegungen im

Tab. 2 | Jungsaueversuch: Fruchtbarkeitsdaten

	M	K	P
Jungsaue, n	9	9	
Anöstrische Jungsaue	0	1	
Alter bei der ersten Rausche, Tage	195 ± 24	191 ± 11	0,69
Alter beim ersten Decken, Tage	223 ± 12	221 ± 18	0,78
LG beim ersten Decken, kg	124 ± 11	124 ± 13	0,92
Nach dem ersten Decken trächtig, n	5	7	
Trächtig nach einmaligem Umrauschen, n	2	1	
Trächtige Jungsaue, n	7	8	1,0
Foeten pro trächtige Sau, n	11,7 ± 2,1	12,1 ± 4,3	0,82



Abb. 1 | Nach der Schlachtung der Jungsaue wurden Gebärmutter und Ovarien auf krankhafte Veränderungen untersucht sowie die Anzahl und das Gewicht der Föten bestimmt. (Foto: ALP)

Abstand von drei Wochen trächtig. An den Geschlechts-
organen der 18 geschlachteten Jungsaue wurden keine
krankhaften Veränderungen festgestellt (Abb.1). Die
Mykotoxinbelastung beeinträchtigte weder die Anzahl
noch das Gewicht der Foeten.

DON im Futter säugender Altsauen

Im Verfahren M wurden mehr Futterreste registriert
($P = 0,05$). Einzelne Sauen verweigerten bis 10 % des
angebotenen kontaminierten Futters M (Abb. 2).

Die durchschnittlichen Futterreste in der Versuchs-
gruppe M betragen jedoch weniger als 2 % des angebo-
tenen Futters. Deshalb beeinflusste das kontaminierte
Futter M den Gewichtsverlust der säugenden Sauen
nicht (Tab. 3). Das Wachstum der Saugferkel war in bei-
den Versuchsverfahren gleich, was darauf hinweist, dass
die tägliche Aufnahme von rund 18 mg DON die Milch-
leistung nicht beeinträchtigte.

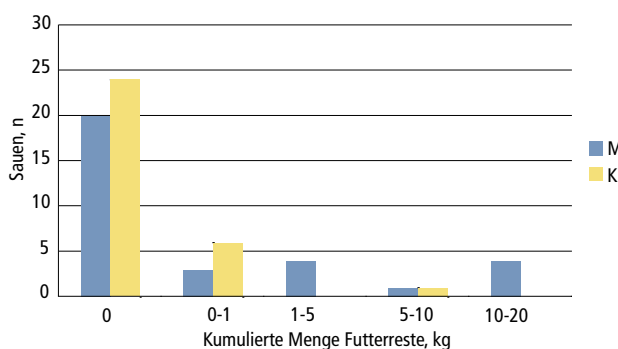


Abb. 2 | Anzahl säugender Altsauen, welche das angebotene mit DON kontaminierte Futter M bzw. das DON-freie Kontrollfutter vollständig frassen oder Futterreste übrigliessen.

Tab. 3 | Altsauenversuch: Laktationsdaten

	M ¹	K ²	P
Sauen, n	32	31	
LG nach dem Abferkeln, kg	261 ± 33	266 ± 29	0,57
Wurfzahl	3,6 ± 1,9	2,0 ± 0,4	0,45
Versuchsfutterzuteilung, kg/Tag	6,1 ± 0,5	6,1 ± 0,5	0,82
Futterreste total (90 % TS), kg pro Sau ³	2,6 (0–19)	0,4 (0–10)	0,05
Gewichtsverlust während Laktation, kg	27,9 ± 12,3	29,7 ± 10,2	0,54
Abgesetzte Ferkel, n	9,8 ± 1,4	9,7 ± 1,6	0,78
Ferkelgewicht Versuchsbeginn, kg ⁴	2,90 ± 0,69	2,96 ± 0,74	0,30
TZW 7. – 28. Tag, g	266 ± 70	272 ± 64	0,30

LG: Lebendgewicht; TZW: Tageszuwachs; ¹Futter mit 3 mg/kg DON kontaminiert; ²unkontaminiertes Futter; ³für die nicht normalverteilten Futterrest-Daten wird der Mittelwert sowie der Minimal- und Maximalwert angegeben; statistischer Vergleich mit dem U-Test; ⁴Versuchsbeginn eine Woche nach dem Abferkeln

Das in beiden Verfahren identische Intervall zwischen dem Absetzen und dem nächsten Abferkeln von 120 Tagen (Tab. 4) zeigt, dass die meisten Sauen kurz nach dem Absetzen rauschig wurden und nach der Erstbelegung trächtig waren. In beiden Verfahren war je eine Sau nach zwei Belegungen nicht trächtig und wurde geschlachtet. Der Verzehr des mit DON belasteten Futters während der Säugezeit beeinträchtigte weder die Grösse noch das Gewicht des folgenden Wurfs (Tab. 4).

Diskussion

Abneigung gegen mit DON kontaminiertes Futter

Mit DON kontaminiertes Futter wird von Schweinen ungern gefressen. Dieses Phänomen wurde sowohl im Jungsauversuch während der Periode des raschen Wachstums bis 100 kg LG als auch im Versuch mit den Altsauen beobachtet. Die Futteraversion, welche durch eine Beeinflussung des Appetitzentrums im Hirn durch DON und eine Schleimhautreizung im Magendarmtrakt

Tab. 4 | Altsauenversuch, Fruchtbarkeitsdaten

	M	K	P
Nach dem Absetzen belegte Sauen, n	26	21	
Nach 1–2 Belegungen untrüchtige Sauen, n	1	1	
abferkelnde Sauen, n	25	19 ¹	
Absetzen-nächste Geburt, Tage	120 ± 0,9	120 ± 1,3	0,78
Absetzen-1. Belegung, Tage	4,3 ± 0,5	4,5 ± 0,7	0,25
Geborene Ferkel, n	14,5 ± 2,7	14,9 ± 3,0	0,66
Wurfgewicht, kg	20,3 ± 3,7	21,1 ± 4,1	0,48

¹ eine Sau des Verfahrens K starb zwei Wochen nach dem Decken.

verursacht wird, kann als Schutzmechanismus des Schweines interpretiert werden. Ein zögernder oder sogar reduzierter Futtermittelverzehr ist das zuerst auftretende Symptom bei einer DON-Belastung des Futters, das schon bei DON-Gehalten auftritt, welche die übrigen Körperfunktionen noch nicht beeinträchtigen (Eriksen und Pettersson 2004).

Mykotoxine beeinflussten die Fruchtbarkeit nicht

Der Mykotoxingehalt der kontaminierten Versuchsfutter M lag deutlich über den von der EU-Kommission (2006) für Schweine festgelegten Richtwerten. Da die Mykotoxine die Fruchtbarkeit der Sauen in keinem der beiden Versuche signifikant beeinträchtigten, kann geschlossen werden, dass diese Richtwerte bezüglich Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit eine grosse Sicherheitsmarge aufweisen. Der DON-Richtwert für Schweine wurde so tief gewählt, weil *ad libitum* gefütterte wachsende Schweine auf eine DON-Belastung des Futters von > 1 mg/kg mit einer Verzehrsreduktion reagieren können, die wirtschaftlich relevant ist. Der Zearalenon-Orientierungswert für geschlechtsreife Sauen scheint ebenfalls eine grosse Sicherheitsmarge zu beinhalten, da gemäss einer Studie des Scientific Committee on Food (SCF 2000) die tägliche Aufnahme von 40 µg Zearalenon pro kg Lebendgewicht (entspricht 4 mg Zearalenon pro 100 kg LG) keine negativen Auswirkungen auf geschlechtsreife Sauen hat.

Übereinstimmung mit publizierten Versuchsergebnissen

Die Auswirkungen von DON auf die Fruchtbarkeit von weiblichen Schweinen, die in der Übersichtsarbeit von Eriksen und Pettersson (2004) erwähnt werden, sind in der Tabelle 5 dargestellt. ➤

Tab. 5 | DON-Wirkungen bei Sauen (Literaturangaben)

Alter, Gewicht Versuchsbeginn	Dosierung im Futter Versuchsdauer	Befunde
178 Tage	1,7; 3,5 mg/kg 50–54 Tage	bei 3,5 mg/kg Futtermittelverzehr, LG-zunahme der Sauen und Foetalgewicht reduziert
Erstbelegung	1,3; 2,4; 3,3 mg/kg Trächtigkeit und Laktation	Keine Beeinträchtigung von Wurfgrösse, Ferkelgewicht bei Geburt und Absetzen; bei 3,3 mg/kg LG-Zunahme während Trächtigkeit reduziert; bei 1,3 und 2,4 mg/kg LG-Verlust der Sauen während Laktation erhöht
110 kg	3,8; 6,2 mg/kg Trächtigkeit und Laktation	Keine Beeinträchtigung des Saugewichtes, der Wurfgrösse, des Geburts- und Absetzgewichts
23 kg	3,7; 4,2 mg/kg 7 Wochen	Ovarhistologie: kein Einfluss von DON

Daten aus den von Eriksen und Pettersson (2004) zitierten Publikationen; LG = Lebendgewicht

Tab. 6 | Zearalenonwirkungen bei Sauen (Literaturangaben)

Alter, Gewicht	Dosierung im Futter, Dauer	Befunde
145 Tage	10 mg/kg 48 Tage	Verspätete Pubertät, kein Einfluss auf Zykluslänge
178 Tage	10 mg/kg 14 Tage	Keine verspätete Pubertät; kein nachteiliger Einfluss auf nachfolgende Reproduktionsleistung
70 Tage	1,5–2 mg/kg 45 bzw. 90 Tage	Kein Einfluss auf Konzeptionsrate und Reproduktionsleistung
247 Tage	3,6 bzw. 4,3 mg/kg Pubertät bis Besamung	45 % der Tiere scheinträchtig ¹
247 Tage	3,6 bzw. 4,3 mg/kg während der Trächtigkeit	Reduktion des Gewichts von Uterus, Placenta und Foeten
210 Tage	2,1; 3,7; 4,8 mg/kg zwei Trächtigkeiten, zwei Laktationen	Keine Beeinträchtigung des Östrus und der Trächtigkeitsdauer; 4,8 mg/kg: Tendenz zu Anöstrie, reduzierter Ferkelzahl, mehr Totgeburten, erhöhter Ferkelsterblichkeit
199 Tage 124 kg	3,1; 6,0; 8,1 mg/kg	3,1 mg/kg: 4 von 16 Sauen scheinträchtig; 6,0 und 8,1 mg/kg: 28 von 32 Sauen scheinträchtig

Tabelle nach Bauer und Meyer (2006); ¹Scheinträchtigkeit: nach der Belegung ausbleibender Brunstzyklus trotz Unträchtigkeit

Die DON-Kontamination der meisten in der Tabelle 5 aufgeführten Versuchsfutter lag deutlich über dem EU-Orientierungswert, ohne dass gravierende Probleme wie Verwerfen oder Unträchtigkeit auftraten. Die beobachteten negativen Auswirkungen von DON können auf den reduzierten Futtermittelverzehr der in den Versuchen eingesetzten Jungsauen zurückgeführt werden. Die Resultate der Versuche von ALP stimmen mit diesen Ergebnissen überein.

Die Tabelle 6 zeigt die von Bauer und Meyer (2006) zitierten Versuche. Die Zearalenonbelastung sämtlicher Rationen betrug ein Vielfaches der EU-Richtwerte. Die ersten drei aufgeführten Versuche zeigen, dass die Sexualfunktionen von Jungsauen durch eine kurzdauernde Zearalenon-Exposition nicht permanent beeinträchtigt werden. Wenn die Kontamination des Futters den Richtwert von 0,25 mg/kg um mehr als das Zehnfache überstieg, wurden viele Jungsauen pseudo-trächtig (kein Sexualzyklus trotz Unträchtigkeit), weil Zearalenon die Rückbildung des Gelbkörpers hemmt, wodurch der Sexualzyklus unterbrochen wird.

Andererseits wurden in einem Langzeitversuch über zwei Trächtigkeiten bei einem Zearalenongehalt des Futters von 2,1 und 3,7 mg/kg keine negativen Auswirkungen beobachtet. Im Vergleich zur Belastung der in Tabelle 6 aufgeführten Versuchsfutter war der Zearalenon-Gehalt im Futter unseres Jungsauenversuchs mit 0,4 mg/kg recht tief. Es ist deshalb plausibel, dass bei dieser Belastung keine Fruchtbarkeitsprobleme beobachtet wurden. Das vorliegende Versuchsergebnis stimmt zudem mit den Beobachtungen in einem grösseren Schweine-zuchtbetrieb überein, wo trotz einer Kontamination der Ration mit 1–3 mg/kg Zearalenon ausser Vulvaschwellungen bei einzelnen präpubertären Jungsauen keine Probleme auftraten (Gutzwiller und Gafner 2009b).

Schlussfolgerungen

Die beiden an ALP durchgeführten Versuche sowie eine grosse Zahl von Versuchen aus anderen Instituten zeigen, dass die Orientierungswerte für die beiden Mykotoxine Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon eine grosse Sicherheitsmarge aufweisen, was ihren Einfluss auf die Fruchtbarkeit von Zuchtsauen anbelangt. ■

Riassunto**Effetto delle micotossine deossinivalenolo e zearalenone sulla fertilità delle scrofe.**

Nove giovani scrofe con un peso corporeo iniziale di 80 chili sono state foraggiate con un alimento completo contenente 2 mg/kg di deossinivalenolo (DON) e 0,4 mg/kg di zearalenone. Il loro aumento di peso giornaliero fino a 100 chili era ridotto rispetto alle scrofe di controllo che non avevano assunto micotossine. Il carico di micotossine, tuttavia, non influiva né sull'età del primo calore né sulla fertilità delle giovani scrofe. In un secondo esperimento, a scrofe multipare è stato somministrato un alimento completo contenente 3 mg/kg di DON durante un periodo di lattazione. Rispetto alla dieta priva di micotossine del gruppo di controllo, gli animali avanzavano maggiori quantità di alimento contaminato. Tuttavia, la concentrazione di DON non influiva né sul peso delle scrofe né sulla crescita dei lattonzoli e nemmeno sulla fertilità delle scrofe nel successivo ciclo riproduttivo.

Summary**Effects of the *Fusarium* toxins deoxynivalenol and zearalenone on the fertility of sows.**

Nine gilts with an initial body weight (BW) of 80 kg were fed a diet contaminated with 2 mg/kg deoxynivalenol (DON) and 0.4 mg/kg zearalenone. Their daily weight gain until 100 kg BW was reduced in comparison to the nine control animals fed the uncontaminated diet. The mycotoxins neither influenced the age at the first observed oestrus nor the fertility of the gilts. Multiparous sows received a diet contaminated with 3 mg/kg DON during one lactation period. In comparison to the uncontaminated diet fed to the control animals, more contaminated feed was refused, but the daily intake of 18 mg DON affected neither the weight loss of the sows nor the growth rate of the suckled piglets. Neither the weaning to oestrus interval nor the fertility in the following reproductive cycle was affected by DON.

Key words: Deoxynivalenol, DON, zearalenone, pig, fertility.

Literatur

- Bauer J. & Meyer K., 2006. Stoffwechselprodukte von Pilzen in Silagen: Einflüsse auf die Gesundheit von Nutztieren. *Übers. Tierernährg* **34**, 27–55.
- EU Kommission 2006. Commission recommendation of 17 August 2006 on the presence of deoxynivalenol, ZON, ochratoxin, T-2 and HT-2 and fumonisin in products intended for animal feeding. Zugang: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:229:0007:0009:EN:PDF>
- Erikson G.S. & Pettersson H., 2004. Toxicological evaluation of trichothecenes in animal feed. *Anim. Feed Sci. Techn.* **114**, 205–239.
- Gutzwiller A., 2010. Effects of deoxynivalenol (DON) in the lactation diet on the feed intake and fertility of sows. *Mycotox. Res.* **26**, 211–215.
- Gutzwiller A., Gafner J.-L. & Stoll P., 2009a. Effects of diets containing *Fusarium* toxins on the fertility of gilts and on bulbourethral gland weight in barrows. *Arch. Anim. Nutr.* **63**, 16–25.
- Gutzwiller A. & Gafner J.-L., 2009b. Fertility of sows exposed to zearalenone and deoxynivalenol- a case report. *Mycotox. Res.* **25**, 21–24.
- SCF (Scientific Committee on food). 2000. Opinion on *Fusarium* toxins. Part 2: ZON (ZEA), published 22 June 2000. Zugang: <http://europa.eu.int/comm/dg24/health/sc/scf.html>