

Zwölf Jahre Erfahrung in der Schweiz: Quo vadis BSE?

P. Schaller¹, H. Schwermer², D. Heim²

¹BSE-Einheit des Bundes, Bern-Liebefeld, ²Bundesamt für Veterinärwesen, Bern-Liebefeld

Zusammenfassung

Als im Jahre 1990 der erste schweizerische BSE-Fall publik wurde, löste dies eine Kette von kaum voraussehbaren Ereignissen mit unterschiedlichen Konsequenzen aus. Fortlaufend wurde versucht, den letzten Wissensstand in neue, praktisch durchführbare Massnahmen und Empfehlungen zur Bekämpfung der BSE umzusetzen. Die Basis dazu bildet(e) – neben Informationen aus anderen betroffenen Ländern – eine umfassende Datensammlung aller gemeldeten BSE-Fälle. Die Zusammenstellung und Analyse dieser Daten erlaubt, retrospektiv die Ereignisse sowohl in zeitlicher wie auch räumlicher Hinsicht zu beschreiben und kann wichtige Hinweise auf Risikofaktoren und epidemiologische Zusammenhänge geben. Mit Vorbehalt ermöglichen diese Daten zudem, prospektiv einen Ausblick auf die nähere Zukunft der BSE in der Schweiz zu geben.

Schlüsselwörter: BSE – Schweiz – Datenerfassung – Epidemiologie – Chronologie – Ausblick

Twelve years experience in Switzerland: Quo vadis BSE?

When the first BSE case in Switzerland became public in 1990, it precipitated a chain of events with many diverse consequences. During this time, we continued to gain knowledge, implement new measures, and make practical recommendations in order to attempt to control the disease. This was made possible by the establishment of a huge data base containing information on all cases of BSE that had been diagnosed in Switzerland, as well as by the use of information from experiences in other countries. Analysis of these data allowed the sequence of events to be described temporally and spatially and an epidemiological evaluation to be made. These data also allow predictions to be made regarding the future of BSE in Switzerland, although these predictions must be interpreted cautiously.

Keywords: BSE – Switzerland – data collection – epidemiology – chronology – perspectives

Einleitung

Als im Dezember 1984 einem Tierarzt in der Grafschaft Sussex/Grossbritannien eine Kuh mit Muskelzittern und Koordinationsproblemen vorgestellt wurde, dachte wohl niemand, dass dies der Beginn einer Epidemie ungeahnten Ausmasses und mit kaum absehbaren seuchenpolizeilichen und wirtschaftlichen Konsequenzen sein würde. Die britische Kuh verendete schliesslich im Februar 1985; es dauerte aber bis September des gleichen Jahres, bis ein Pathologe die Diagnose einer «spongiformen Enzephalopathie» stellte (Wells et al., 1987). Erst Ende 1986 wurde BSE (Bovine spongiform encephalopathy) als neue Rinderkrankheit anerkannt und offiziell bestätigt. Und bereits kurze Zeit später, 1987, wurden weitere Fälle aus verschiedenen Herden im Süden Englands gemeldet. BSE wurde schliesslich im Juni 1988 in Grossbritannien zur anzeigepflichtigen

Tierkrankheit erklärt (Wilesmith et al., 1988). Die Hoffnung der Kontinentaleuropäer, es möge sich «nur» um ein rein britisches Problem handeln, wurde mit dem ersten aus Irland gemeldeten BSE-Fall (Denny et al., 1992) leicht getrübt, und erhielt dann 1990 vollends einen Dämpfer mit dem ersten bestätigten Fall auf dem Kontinent: der ersten an BSE erkrankten Kuh in der Schweiz (Cachin et al., 1991).

Von Datenlust und Datenfrust

Nach dem ersten diagnostizierten Fall wurde BSE in der Schweiz umgehend zur meldepflichtigen Tierseuche erklärt. Damit wurde die Grundlage gelegt für eine Datensammlung des Bundesamtes für Veterinärwesen, die sämtliche gemeldeten BSE-

Fälle umfasst. Seit Beginn der BSE-Epidemie bis Ende Juni 2002 sind das 417 Fälle. Auf allen Betrieben, auf denen ein BSE-Tier stand, erfolgt die eigentliche Datenerhebung jeweils nach der Diagnose durch das nationale Referenzzentrum in Zusammenarbeit mit den kantonalen Veterinärdiensten. Erfasst werden sowohl allgemeine Daten auf Betriebs- und auf Einzeltierebene, als auch detaillierte Informationen bezüglich Fütterung und Abstammung des betroffenen Tieres. Der Nutzen dieser Daten besteht darin, die BSE-Epidemie dokumentieren und analysieren zu können. Dies ermöglicht uns, epidemiologische Zusammenhänge zu erkennen, frühzeitig die Wirksamkeit von Bekämpfungsmassnahmen hinterfragen, aber auch Prognosen stellen zu können. Eine derart umfangreiche Datensammlung erlaubt ausserdem, spezifische Angaben zu BSE-Fällen für die Beantwortung neuer Fragestellungen zu verwenden. Allerdings wird man nie alle Informationen umfassend verwerten können. Die Analyse der verwendeten Futtermittel etwa erwies sich aus naheliegenden Gründen als äusserst komplex. Ständige neue Erkenntnisse in Bezug auf Ätiologie, Pathogenese oder Epidemiologie verlangten stets nach neuen, vormals noch nicht erhobenen Angaben. Teilweise erwies sich dann die nachträgliche Ergänzung früherer Datensätze als schwierig, wenn nicht sogar unmöglich. Hier kann die arbeitsaufwendige und mit vielen Problemen behaftete Dokumentation, wie z. B. fehlende oder nur rudimentär vorhandene Angaben zu Tieren oder Betrieben, in Zukunft durch die zentrale Tierdatenbank wesentlich vereinfacht und qualitativ verbessert werden.

Wie sich immer wieder zeigt, ist die Umsetzung von Erkenntnissen in allgemeinverständliche Informationen nicht unproblematisch. Verständnis- und Kommunikationsprobleme im Zusammenhang mit der Entstehung, Übertragung und Bekämpfung von BSE lassen sich wohl mit den Eigenheiten dieser Krankheit begründen, die von traditionellen Seuchen abweichen: der ungewöhnliche Krankheitserreger, die lange Inkubationsdauer, die fehlende Immunreaktion und die Übertragung via Futter mit kleinen Mengen von rezykliertem infektiösem Material. Verunsicherung entstand jedoch vor allem wegen der potentiellen Übertragung auf den Menschen. Die Dokumentation, Analyse und Präsentation der gesammelten Daten dient deshalb nicht nur der wissenschaftlichen Grundlagenforschung und dem behördlichen Vollzug, sondern fordert auch eine adäquate Risikoabschätzung und -kommunikation.

Schon sehr früh, als über das zoonotische Potential der Erkrankung erst spekuliert werden

konnte, wurden in der Schweiz umfangreiche Bekämpfungsmassnahmen auf allen Ebenen der landwirtschaftlichen Produktion ergriffen. Von diesen Massnahmen sind für die Betrachtung der BSE-Epidemiologie in der Schweiz drei Punkte besonders bedeutsam: Die Verhinderung der Rezyklierung der BSE-Erreger über Futtermittel, die im Verlauf der Zeit immer wieder veränderten Bekämpfungsmassnahmen bei «Risikotieren» (Nachkommen, Kohorten) und die Verbesserung der Überwachung. Letztere wurde möglich durch die Entwicklung neuer Labormethoden zum Nachweis pathologisch veränderter Prionen im Hirnstamm. Dadurch konnten zusätzliche Risikogruppen erfasst und in der Folge auch BSE-Fälle entdeckt werden, die vorher nicht als klinische Verdachtsfälle auffällig geworden waren. All diese Faktoren verzerren den «natürlichen» Verlauf der BSE-Epidemie und erschweren die Interpretationen.

Chronologie und Ausbreitung der BSE-Epidemie

Folgende Grundkenntnisse werden für das Verständnis der nachfolgenden Beschreibung des Verlaufs der BSE-Epidemie in der Schweiz vorausgesetzt: Nach heutigem Wissensstand infizieren sich Rinder innerhalb des ersten Lebensjahres (während der Aufzuchtphase) durch die orale Aufnahme von Futter, das mit BSE-Erregern (Prionen) kontaminiert wurde (Anderson et al., 1996). Diese stammen aus der Rezyklierung BSE-infizierter Tierkörper (Verarbeitung zu Tiermehl und Einspeisung in die Futtermittelproduktion). Die Inkubationszeit bis zum Ausbruch klinischer Symptome dauert durchschnittlich 5 Jahre (Bradley, 1991). Mit den heute verfügbaren Labormethoden können nur BSE-positive Tiere ab etwa 6 Monate vor Ausbruch klinischer Symptome, die v. a. durch neurologische Probleme wie Ataxie, Aggressivität, Hypersensibilität, Zähneknirschen, Glotzaugen u. a. m. charakterisiert sind (Braun et al., 1998), diagnostiziert werden.

Die nachfolgende zeitliche und räumliche Dokumentation des bisherigen BSE-Epidemieverlaufs in der Schweiz bezieht sich einerseits auf die publizierten Fallbestände, d. h. die Viehbestände, auf denen die BSE-Fälle entdeckt wurden, und andererseits auf die Geburts-, bzw. Herkunftsbestände. Mit ersterer Möglichkeit wird die Überwachungsarbeit dokumentiert und die Frage in Bezug auf die BSE-Ausbrüche beantwortet: Wo wurde das BSE-Tier wann entdeckt? Nun sind aber ein Drittel aller BSE-Fälle nicht auf dem Geburtsbetrieb entdeckt und viele sogar aus anderen Kantonen zuge-

kaufte worden. Daher lautet die vergleichbare Frage in Bezug auf den Ursprung der Infektion: Wo stand das Tier zu diesem Zeitpunkt seiner wahrscheinlichsten Infektion, also während des ersten Lebensjahres? Diese Frage kann nur auf Grundlage der Geburts-, bzw. Herkunftsbetriebe und -daten beantwortet werden.

Chronologie der BSE-Ausbrüche

Der als prophylaktische Massnahme zu verstehende Erlass des Bundesamtes für Veterinärwesen (BVET) vom 13. Juni 1990 (keine Einfuhrbewilligungen für Tiermehle und formelles Einfuhrverbot für lebende Rinder, Tiermehle und weitere Erzeugnisse aus Grossbritannien) verlor nach Bekanntmachung des ersten schweizerischen BSE-Falls im November 1990 schnell an Bedeutung. Aufgrund der offensichtlichen Präsenz BSE-infizierter Kühe in der einheimischen Rindviehpopulation musste man davon ausgehen, dass bei der Weiterverarbeitung und Rezyklisierung von Rinder-Tierkörpern infektiöse Prionen auf weitere einheimische Rinder übertragen werden könnten. Daher wurde als wichtige Massnahme zur Ausrottung der Krankheit am 1.12.1990 das Fütterungsverbot von tiermehlhaltigen Futtermitteln an Wiederkäuer verhängt, wobei aufgrund der langen Inkubationszeit von BSE der Erfolg dieser Massnahme frühestens vier bis fünf Jahre später eingeschätzt werden konnte. Gleichzeitig wurde bei Tierärzten und anderen betroffenen Personen eine umfangreiche Informationskampagne gestartet mit dem Ziel, die Erkennungsrate klinischer Verdachtsfälle zu verbessern («disease awareness»). Dem schweizerischen Erstfall aus dem Berner Jura folgten schnell weitere BSE-Fälle (Abb. 1) und bis

ins Jahr 1994 verdoppelte sich deren Anzahl jedes Jahr. 1995 wurde mit 68 BSE-Fällen der Höchststand erreicht. Der Anstieg der jährlichen Fallzahlen wirkte auf informierte Kreise nicht beunruhigend, sondern wurde als Ausdruck der steigenden Zahl der Neuinfektionen, aber auch der verbesserten Überwachungsarbeit angesehen. Genauere Analysen der Daten zeigten, dass in diesem Jahr die Neuerkrankungsrate bei den 4-jährigen Rindern erstmals abfiel; dieses signalisierte den Rückgang der Neuinfektionen nach dem Fütterungsverbot. Der rapide Rückgang der Fallzahlen in den folgenden zwei Jahren bestätigte denn auch diese Erwartungen (Perler et al., 2000). Von 1996 bis 1998 fiel die Zahl der BSE-Fälle weiter auf ein vorläufiges Minimum (von 45 auf 14) ab. Das Jahr 1996 markierte in vielfacher Hinsicht eine Verschärfung und einen Wendepunkt der BSE-Problematik: Bisher hatten nur wenige Wissenschaftler auf die mögliche Übertragung der BSE-Prionen auf den Menschen gewarnt, aber nach der Veröffentlichung der ersten 10 Todesfälle durch eine bisher unbekannte Variante der Creutzfeld-Jakob-Krankheit (vCJD) aus dem Vereinigten Königreich rückte die Rinderkrankheit in das Bewusstsein weiterer Bevölkerungskreise (Collinge et al., 1996).

Weniger spektakulär, aber für die Bekämpfung der Krankheit von grosser Bedeutung, war die Entdeckung einer grösseren Zahl von sogenannten BAB-Fällen («born after the ban») in der Schweiz, also von nach dem Fütterungsverbot von 1990 geborenen Tieren. Im Mai 1996 reagierte der Bund aufgrund der begründeten Annahme, dass eine Infektionsursache der BAB-Fälle in der – wissentlichen oder unwissentlichen – Verabreichung von Futter mit infektiösem Material bestand, mit einer

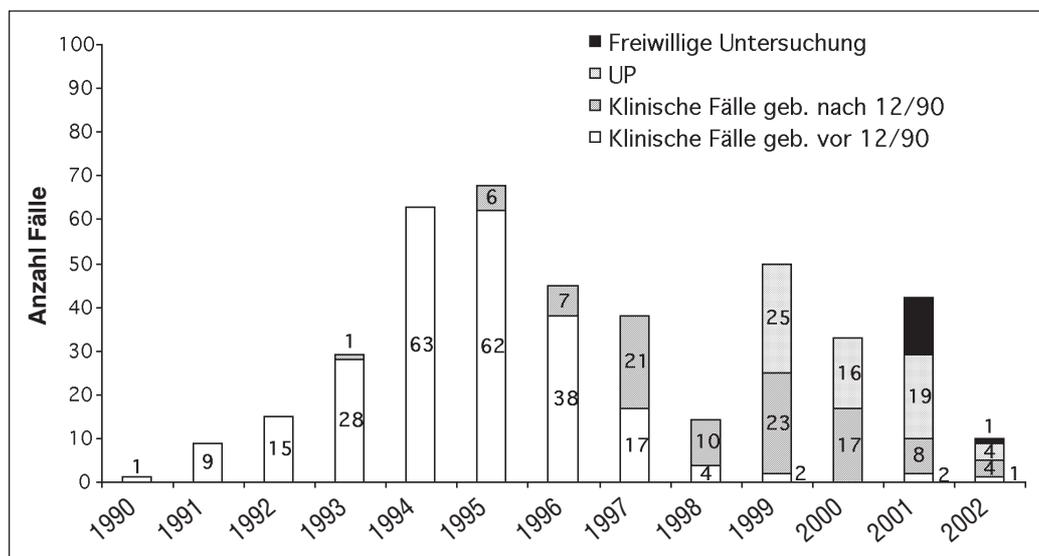


Abbildung 1: Anzahl BSE-Ausbrüche pro Jahr: Stand Ende Juni 2002.

Verschärfung der Massnahmen im Futtermittelbereich. Fortan mussten Hirn, Rückenmark, Mandeln und Augen sowie ganze Tierkörper von Kühen verbrannt werden. Ab Dezember 1996 wurde zudem – befristet bis zum 30. Juni 1999 – zur Herdentötung übergegangen. Der Anteil der BAB-Fälle an den jährlichen BSE-Zahlen stieg kontinuierlich; das war nicht unerwartet, da ohnehin die Anzahl der vor 1990 geborenen Tiere in der Population ab 1996 rapide abnahm. Damit erwies sich auch die Unterscheidung in BAB- und nicht BAB-Fälle zunehmend als obsolet. Trotzdem wurde durch den Ende 1998 erreichten Tiefstand die Hoffnung genährt, dass die Epidemie bald überstanden sein könnte. In den darauffolgenden zwei Jahren wurde die «stabile» BSE-Situation gründlich durcheinandergewirbelt: Die Herdentötung stiess in der Landwirtschaft auf starke Akzeptanzprobleme. Auf der Suche nach einer Lösung wurde sie ab Juni 1999 durch die sogenannte «Kohortentötung» abgelöst. Bedeutsamer war jedoch ein anderes Ereignis: Mit dem Einsatz eines neuentwickelten Labortests (Prionics®) wurde in der BSE-Diagnostik ein neues Kapitel aufgeschlagen. Mit dem Übergang von der passiven zur aktiven BSE-Überwachung Anfang 1999 begann die systematische Untersuchung aller umgestandenen, getöteten oder krankgeschlachteten Kühe, sowie einer Stichprobe aus der Normalschlachtung (Untersuchungsprogramm: UP). Durch die Entdeckung nicht nur klinisch erkannter BSE-Fälle, war es fortan möglich, ein wesentlich genaueres Bild über die Verbreitung und das Vorkommen der BSE zu gewinnen. Wie erwartet, führten diese beiden Massnahmen zu einem Anstieg der absoluten Anzahl der BSE-Fälle auf 50 im Jahr 1999, jedoch lag auch die Zahl der klinisch als Verdachtsfälle gefundenen BSE-Fälle mit 25 über dem Wert des Jahres 1998. Diese Entwicklung zeigte, wie wichtig die aktive Überwachung der BSE ist; auch um die passive Überwachung einschätzen und verbessern zu können (Doherr et al., 2001). Der sich im Jahr 2000 abzeichnende Trend mit einer Abnahme auf 33 BSE-Fälle wurde jedoch wiederum durch eine Ausweitung der BSE-Schnelltests unterbrochen. Dafür verantwortlich waren diesmal die im Jahre 2001 begonnenen freiwilligen Untersuchungen von Schlachtrindern, welche Tiere der Rindergattung ab etwa 20 Monaten umfassen und rund 70% der geschlachteten Rinder abdecken. Die im Rahmen dieser Untersuchungen im Jahr 2001 zusätzlich entdeckten 13 Fälle erbrachten eine Steigerung der Fallzahl gegenüber dem Vorjahr; insgesamt wurden im Jahre 2001 42 BSE-Fälle gezählt. Im Jahr 2002 zeichnet sich bisher ein leichter Rückgang der Fallzahlen ab. Wir können nur hoffen, dass sich dieser Trend fortsetzt.

Darstellung der BSE-Ausbrüche

Auffälligerweise wurden die frühen Fälle bis Ende 1991 zum überwiegenden Teil nicht im sogenannten «Rindergürtel» (Dichtekarte, Abb. 2) im Voralpenbereich festgestellt, sondern in Bezirken an der Landesgrenze, in denen die Milchkuhzahl sowohl absolut als auch relativ zur Fläche eher gering bis durchschnittlich ist. Mit ansteigender Fallzahl in den Jahren bis Ende 1997 zeigte sich dann eine Verlagerung der neuen Fälle in Gebiete mit höherer Rinderdichte. In den vorher betroffenen Gebieten wurden im Vergleich zu diesen Gebieten nur noch wenige Fälle festgestellt. Hier ist zu beachten, dass, im Gegensatz zu Bezirken mit tiefer Rinderdichte, absolut gesehen mehr BSE-Fälle vorhanden sein müssen, um eine vergleichbar hohe Prävalenz zu erreichen. Daher ist nicht verwunderlich, dass auf der Karte mit den Fällen bis 1997 Gebiete mit hoher Prävalenz besonders in den weniger rinderdichten Gebieten in der West-, Ost- und Nordschweiz auffallen.

Eine Interpretation dieser Beobachtung ist schwierig, möglich erscheint eine höhere «disease awareness» in diesem Zeitraum in diesen Bezirken. Bei derart niedrigen Fallzahlen können die Unterschiede auch lediglich durch Zufall bedingt sein. Die Karten der Jahre nach 1997 zeigen dann eine Zunahme der BSE-Fälle in Regionen, in denen schon vorher überwiegend BAB-Tiere gefunden worden waren. Zugleich lassen sich in diesen Regionen zwischen benachbarten Bezirken nur geringe Prävalenzunterschiede erkennen. In dieser Zeit wurden BSE-Fälle vornehmlich in Bezirken mit hoher Rinderdichte entdeckt, in denen schon früher Fälle aufgetreten waren. Seit 1999 sind auf Bezirksebene – bedingt durch die abnehmende Fallzahl – kaum Veränderungen der Prävalenz zu beobachten. Es werden nur in einigen, vorher noch nicht betroffenen Bezirken Fälle festgestellt und so «Lücken» geschlossen. Dies zeigt eine regionale Beschränkung der nun noch auftretenden Fälle. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt gibt es also auch Bezirke mit einer durchschnittlichen Rinderdichte, in denen noch kein BSE-Fall festgestellt wurde.

Chronologie der BSE-Infektionen

Um einen Eindruck vom Verlauf des Infektionsrisikos während der BSE-Epidemie in der Schweiz zu gewinnen, ist es unumgänglich, die BSE-Fälle chronologisch nach ihrer Herkunft (Geburtsbestände) und Alter (Geburtsdatum) zu gliedern. Diese Darstellung widerspiegelt einerseits die zeitliche Verbreitung, bzw. Verteilung infektiöser Prionen in Futter (Infektionsrisiko) und erlaubt

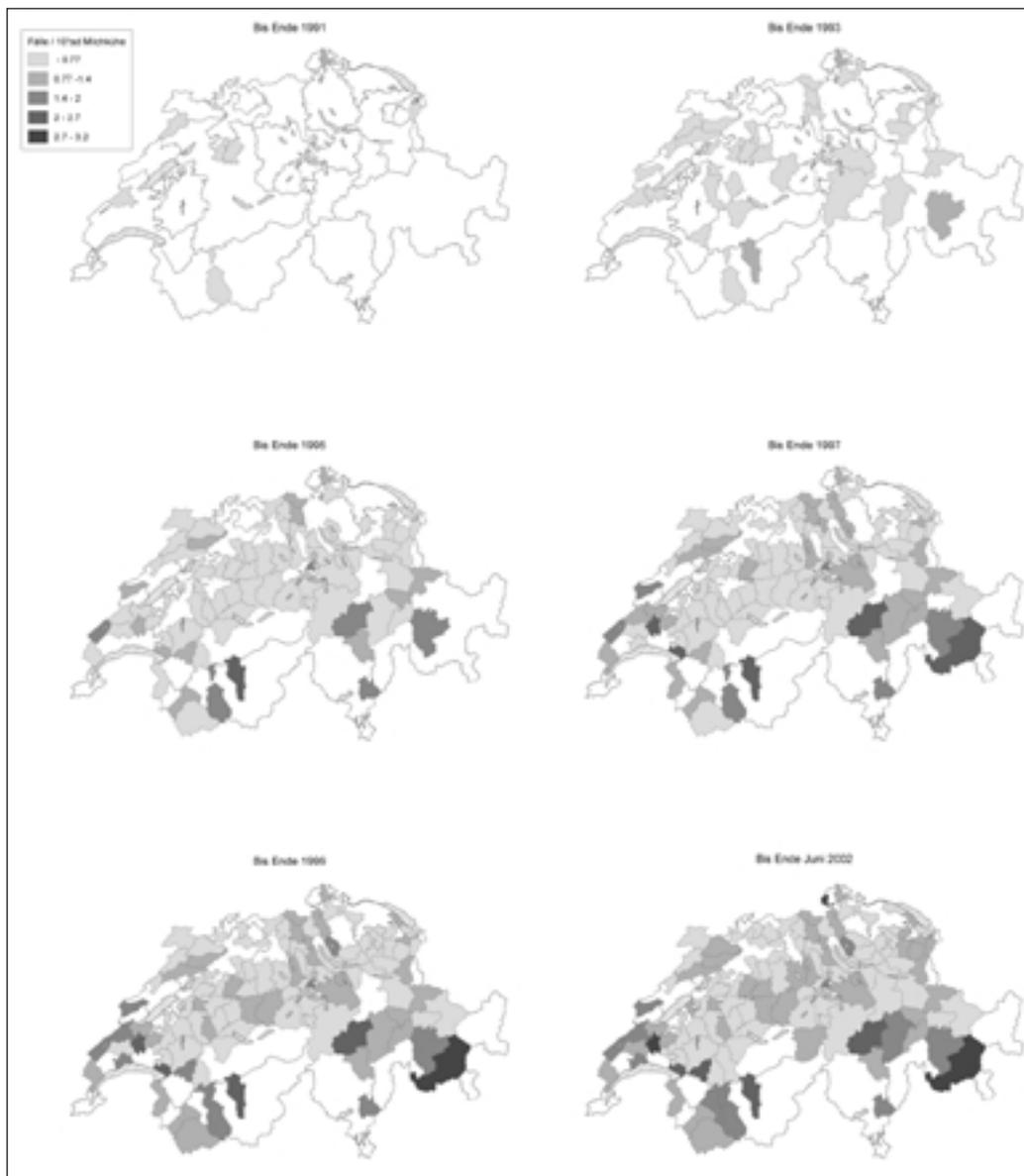


Abbildung 2: Verlauf der BSE-Epidemie in der Schweiz: Der Verlauf der BSE-Epidemie ist kumulativ nach Bezirken dargestellt; die Fallzahl wurde relativ zur Anzahl der Milchkuhe (AGIS 2000) ausgedrückt (Prävalenz). GG25 © 2002 swisstopo (BA024631).

andererseits eine Beurteilung der Wirksamkeit der zur Verhinderung der Infektion getroffenen Massnahmen.

Als erstes wird deutlich, dass die Geschichte der BSE in der Schweiz älter sein könnte als allgemein angenommen: Das früheste Geburtsjahr einer diagnostizierten BSE-Kuh war 1984 (Abb. 3). Infektiöses Agens (Prionen) dürfte demnach schon ab Mitte der 80er-Jahre schweizerische Kühe erreicht und infiziert haben. Spätestens 5–6 Jahre (Inkubationszeit) nach diesem Zeitpunkt waren Neinfektionen von Rinder nicht mehr nur durch importiertes, prionenhaltiges Tiermehl möglich, sondern auch durch einheimische Produkte. Die Anzahl entdeckter BSE-Fälle pro Geburtsjahr stieg ab 1986 bis auf 93 Fälle im Jahre 1990 steil an. Als Beispiel für die Besonderheiten der BSE-Epide-

miologie mag der Hinweis dienen, dass zum Zeitpunkt des Verfütterungsverbotes von Tiermehl schon mehr als 240 der später als BSE-Fälle entdeckten Tiere in der Rinderpopulation vorhanden waren. Im Jahr 1991 fiel dann die Anzahl – zurückzuführen auf das Verfütterungsverbot vom 1.12.1990 – auf 15 Fälle zurück. Dieser Trend setzte sich allerdings nicht fort, sondern die Zahl stieg wieder an. Die höchste Anzahl von BAB-Fällen pro Geburtsjahr wurde 1994 erreicht, mit insgesamt 59 Fällen. Ein Teil davon (27 Fälle) lässt sich dadurch erklären, dass sie zu einer der ersten Altersgruppen gehörten, die bei Einführung der aktiven Überwachung 1999 alt genug waren, um BSE mittels Labortest überhaupt nachweisen zu können. Der andere Teil (32 klinische Fälle) war höchstwahrscheinlich auf die während der Ge-

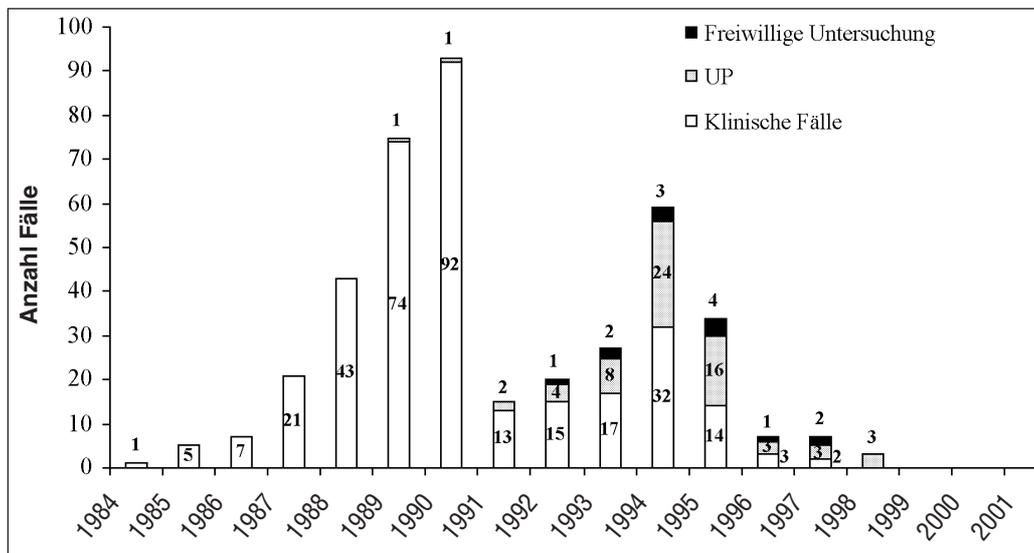


Abbildung 3: Anzahl BSE-Fälle pro Geburtsjahr: Stand Ende Juni 2002.

burtsjahre höhere Exposition zurückzuführen, bedingt durch die damaligen steigenden Fallzahlen und den damit verbundenen hohen Anteil nicht diagnostizierter und damit rezyklierter BSE-Tiere. Da eine vorschriftswidrige Verfütterung von «altem» Rinderfutter (vor 1990) zu diesem Zeitpunkt kaum mehr in Frage kam, suchte man nach einem neuen Leck. Als wichtige neue Infektionsquelle wurde in epidemiologischen Abklärungen dieser Fälle die Möglichkeit einer Kreuzkontamination (Verunreinigung von Rinderfutter mit infektiösem Tiermehl, welches in Futtermitteln anderer Tierarten noch enthalten sein durfte) ausgemacht. Mit der obligatorischen Verbrennung von Gehirn, Rückenmark, Augen, und Mandeln von geschlachteten Kühen sowie ganzer Tierkörper von Kühen ab Mai 1996 wurde versucht, diesem Infektionsweg einen Riegel zu schieben, bzw. die Infektiosität in Tiermehl zu minimieren oder ganz zu stoppen. Bisher sind 13 BSE-Fälle festgestellt worden, die nach dieser Verschärfung der Massnahmen im Futtermittelbereich geboren worden sind. Obwohl die mögliche Infektionsquelle dieser Tiere nicht eindeutig bestimmt werden konnte, wurde zur Verhinderung jeder Übertragung von Infektiosität über das Futter – v.a. in Hinsicht auf an Wiederkäuer verfütterte tiermehlhaltige Futtermittel, die ursprünglich für andere Tierarten (Geflügel, Schweine) hergestellt wurden – im Januar 2001 eine weitreichende Massnahme in Kraft gesetzt: das Fütterungsverbot von Tiermehlen an alle Nutztiere. Der Trend für die Geburtsjahrgänge 1996 und 1997 zeigt klar in Richtung Rückgang der Fälle. Allerdings ist es für eine sichere Aussage infolge des Durchschnittsalters der Fälle noch zu früh. In der Altersgruppe der unter 5-jährigen Kühe kann BSE aufgrund der langen Inkubationszeit (rund 5 Jahre)

und der beschränkten Sensitivität der Labortests (~ 6 Monate vor Ausbruch der klinischen Symptome) häufig noch gar nicht nachgewiesen werden (Schaller et al., 1999). Hier können erst die nächsten zwei Jahre eine Antwort geben. Auffallend sind allerdings die 3 Fälle aus dem Geburtsjahrgang 1998, da diese in einem jungen Alter von 34, 45 und 46 Monaten diagnostiziert wurden. Sollten die Fälle, welche sich in diesem Jahr infiziert haben, der normalen Altersverteilung entsprechend auftreten, sind noch einige BSE-Fälle zu erwarten.

Bei der Interpretation dieser Statistik muss beachtet werden, dass die Zahl der Fälle pro Geburtsjahrgang nicht nur durch die Massnahmen im Futtermittelbereich, sondern auch durch die Art des Überwachungsprogrammes bestimmt wird. Tiere, die vor dem Fütterungsverbot von 1990 geboren worden waren, sowie Tiere aus «frühen» BAB-Jahrgängen hatten demnach kaum mehr eine Chance, durch das aktive Überwachungsprogramm als BSE-Fälle identifiziert zu werden, da der grösste Teil dieser Tiere schon aus der Population verschwunden war. So wurden im gesamten Untersuchungsprogramm (UP) in den Jahren 2000 und 2001 nur noch zwei derart alte Tiere gefunden. Dies verzerrt den eigentlichen Sachverhalt in Bezug auf Anzahl BSE-Fälle pro Geburtsjahr, da anzunehmen ist, dass der Anteil der Fälle pro Geburtsjahrgang, die nur über das Untersuchungsprogramm entdeckt werden können, in allen Geburtsjahrgängen etwa gleich gross ist.

Darstellung der BSE-Infektionen

Für diese Darstellung wurde die Zahl der Milchkühe pro Jahr als Bezugsgrösse gewählt. Betrachtet

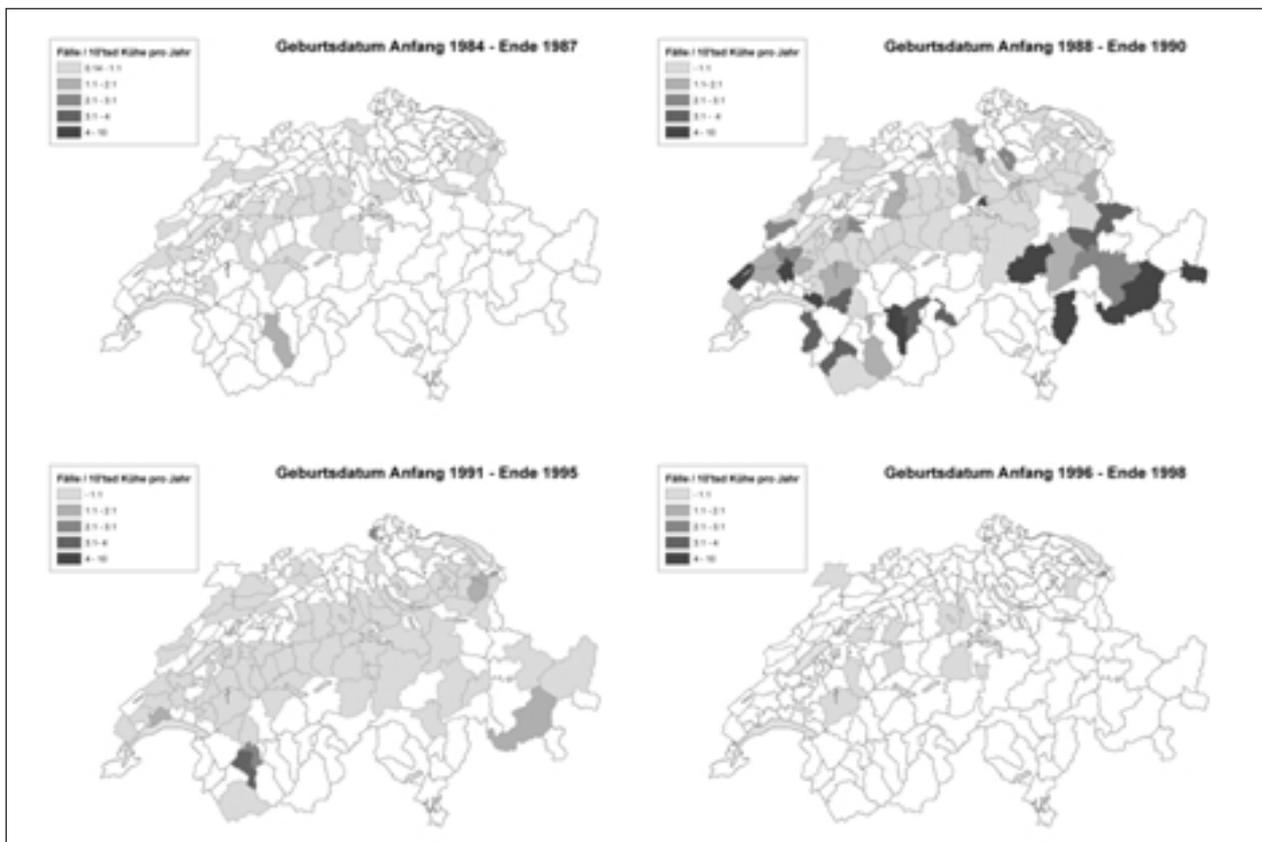


Abbildung 4: Chronologie der BSE-Infektionen: Der Verlauf der BSE-Infektion ist nicht kumulativ, sondern für verschiedene Zeiträume nach Bezirken dargestellt; die Zahlen wurden relativ zur Anzahl der Milchkühe pro Jahr dargestellt (Korrektur für unterschiedliche Zeitintervalle). GG25 © 2002 swisstopo (BA024631).

man die Karte (Abb. 4) mit den nicht aufsummierten Inzidenzen (Neuerkrankungsrate) unter Berücksichtigung der bis Ende 1987 geborenen BSE-Fälle, zeigt sich, dass in der West- und Zentralschweiz eine niedrige Inzidenz zu beobachten ist, in der Ostschweiz jedoch nur wenige Bezirke betroffen sind. Die hohe Zahl der Fälle pro Geburtsjahr von 1988 bis Ende 1990 spiegelt sich in einer weiten Verteilung über die gesamte Schweiz wider. Die hohe jährliche Inzidenz in den Bezirken im Alpenraum sowie in der Westschweiz wird in den meisten Fällen durch wenige BSE-Fälle bei einer geringen Zahl von Milchkühen hervorgerufen. Insgesamt ergibt sich ein Bild mit grossen Unterschieden zwischen Bezirken, besonders in den östlichen Landesteilen auch zwischen direkt benachbarten Bezirken. Ab 1990, nach dem Fütterungsverbot von Tiermehl an Wiederkäuer zeigt sich eine Verteilung der BSE-Fälle weiterhin über die gesamte Schweiz, jedoch ohne die vorher beobachteten grossen Inzidenzunterschiede. Dies deutet darauf hin, dass weiterhin eine weite Verbreitung des infektiösen Materials bestand, jedoch auf einem niedrigeren Niveau als vor dem Fütterungsverbot. Es gilt aber zu bedenken, dass dieser Zeitraum mit fünf Jahren vergleichsweise lang gewählt ist, und aufgrund der gewählten Einfärbung

Inzidenzunterschiede auf dem niedrigen Niveau, welche in diesem Zeitraum sichtbar sind, nicht dargestellt sind. Für die wenigen Fälle ab dem Geburtsjahr 1996 ist eine sichere Aussage noch nicht möglich. Es sind jedoch bis heute keine derart jungen BSE-Tiere von Geburtsbetrieben im Alpenraum gefunden worden.

Diese Verteilung des Infektionsrisikos entspricht sehr gut dem in Grossbritannien beschriebenen Verteilungsmuster, welches auf eine gemeinsame, jedoch weit verteilte Ansteckungsquelle über das Futter (common source epidemic) hinweist (Nathanson et al., 1997). Für weitere Information in Bezug auf die statistische Signifikanz und Bedeutung geographischer und zeitlicher Häufungen von BSE-Fällen sei auf den entsprechenden Artikel in Bezug auf die Clusteranalyse hingewiesen.

Nur (alte) Kühe kriegen BSE

Das mittlere Todesalter aller BSE-Tiere in der Schweiz beträgt 66 Monate. Die Spanne reicht vom jüngsten Tier mit einem Alter von 31 Monaten, diagnostiziert im Jahre 1993, bis zum ältesten Tier mit 159 Monaten, welches im Jahre 2001 gefunden wurde. Etwa 95% aller Fälle wurden bei

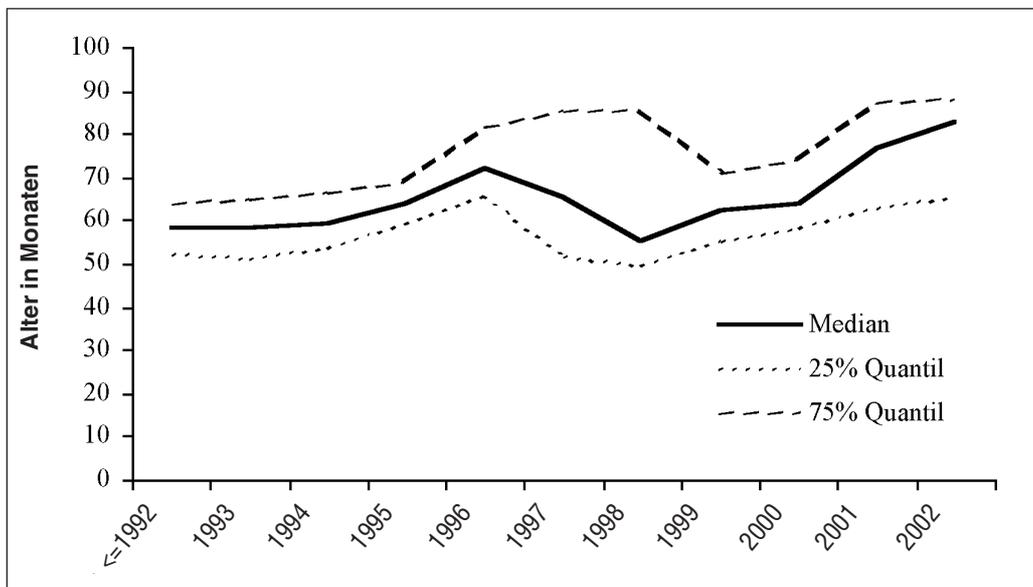


Abbildung 5: Durchschnittsalter der BSE-Tiere (nach Diagnosejahren).

Tieren festgestellt, die zwischen 3 und 8 Jahren alt waren. Trägt man das Alter der Tiere pro Diagnosejahre in einer Grafik auf (Abb. 5), so zeigen sich einige zeitliche Trends. Eigentlich wäre zu erwarten, dass bei einer tiefen jährlichen Neuinfektionsrate das Durchschnittsalter der Jahre später diagnostizierten Tiere höher ist, da der Anteil der älteren Kühe überdurchschnittlich ansteigt. Das würde auch bedeuten: Ein Anstieg des Durchschnittsalters widerspiegelt den Erfolg einer Jahre zuvor eingeleiteten Bekämpfung. Diese Feststellung trifft für den Zeitraum von 1993 bis 1996, wie auch für einen zweiten Zeitraum von 1998 bis 2001 zu. Merkwürdig mutet an, dass das mittlere Alter der Fälle von 1996 bis 1998 zurückgeht.

Hier wäre eigentlich zu erwarten gewesen, dass das Durchschnittsalter ansteigt, da die Zahl der Neuinfektionen bei Tieren der besonders häufig betroffenen Alterklasse der 5- und 6-jährigen aufgrund des Fütterungsverbot von 1990 rückläufig war, wie der Darstellung der Altersinzidenz (Abb. 6) zu entnehmen ist. Genau dieser starke Rückgang kann die Erklärung für das niedrigere Durchschnittsalter der BSE-Fälle aus diesem Zeitraum sein, da der relative Anteil jüngerer Tiere überproportional zunimmt. Immerhin ist für die Altersentwicklung der ab 1998 diagnostizierten Fälle positiv festzuhalten, dass sich der Altersdurchschnitt wirklich nach oben bewegt und wir damit zunehmend weniger Neuinfektionen beobachten.

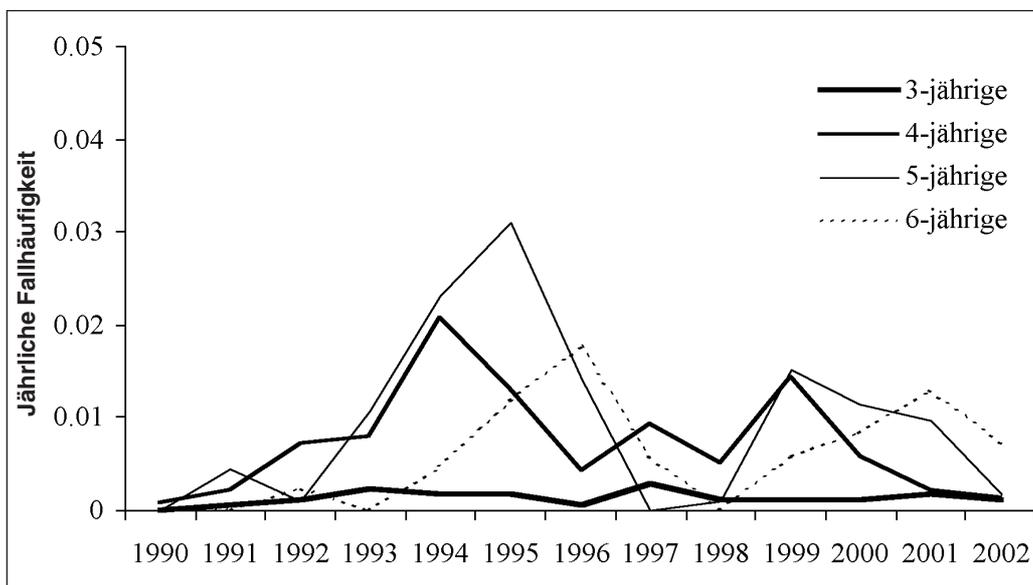


Abbildung 6: Altersspezifische jährliche Fallhäufigkeit (Prävalenz).

Brown oder red

Die Rindviehrassen sind in der Schweiz nicht gleichmässig über die Landesteile verteilt. So werden in der Westschweiz vor allem Simmental-Red-Holstein- oder Holstein-Friesian-Rinder gehalten, in den zentralen und östlichen Landesteilen wird dagegen überwiegend Braunvieh- oder Brown-Swiss-Kühe gehalten. Regionale Häufungen von BSE-Fällen in einem Hauptverbreitungsgebiet einer Rasse könnten also auf den ersten Blick als Prädisposition für BSE fehlinterpretiert werden. Dass dem nicht so ist, zeigt folgende Beobachtung (Abb. 7). Beim Vergleich der Rassenverteilung aller BSE-Fälle mit der Verteilung in der Population (Angaben Herdbücher von 1990 bis 1998 gemittelt), ist das Braunvieh bei den BSE-Fällen überproportional vertreten. Unterteilt in die BBB-(born before ban) und BAB-Fälle, fällt jedoch auf, dass die Rassenverteilung der BBB-Fälle zwar gut mit der Rassenverteilung in der Population übereinstimmt, aber bei den BAB-Fällen der Braunviehanteil noch steigt. Dieser Unterschied lässt sich nur schwer mit einer erhöhten Rassenprädisposition für BSE in Einklang bringen. Hier scheinen vielmehr regionale Faktoren, wie etwa dichtes Vorkommen anderer Nutztierarten oder regionale Häufung der Verwendung von infiziertem Futter, eine Rolle zu spielen. Im übrigen existieren auch keine Hinweise aus anderen Ländern in Bezug auf Rassenunterschiede (Hoernlimann et al., 2001).

BSE im Kalenderjahr

Die BSE-Tiere in der Schweiz wurden gehäuft in den Herbst- und Wintermonaten geboren und

widerspiegeln im wesentlichen die Unterschiede in der Anzahl Kalbungen pro Jahreszeit. Somit deutet diese Verteilung der BSE-Fälle nicht auf ein höheres Infektionsrisiko von im Herbst oder Winter geborenen Rindern hin. Bei Betrachtung der Diagnosezeitpunkte finden sich ebenfalls keine Hinweise auf eine Saisonalität, die Fälle wurden gleich verteilt über die Monate diagnostiziert. Damit stimmen diese Beobachtungen weitestgehend mit den in Grossbritannien durchgeführten Untersuchungen überein. Obwohl dort der grösste Anteil der BSE-Fälle in den Herbstmonaten registriert wurde, konnte ebenfalls keine Abhängigkeit des Risikos für eine Infektion oder dem Auftreten klinischer Symptome von der Jahreszeit festgestellt werden (Donnelly et al., 1997).

**Risikotiere:
Geburtskohorte und Nachkommen**

Da heutzutage davon ausgegangen wird, dass die Infektion der Tiere mit grösster Wahrscheinlichkeit während der Aufzuchtphase im 1. Lebensjahr erfolgt, taucht immer wieder die Frage auf, ob sich denn in den Herden, in denen ein BSE-Fall festgestellt wurde, nicht noch weitere Tiere über das gleiche kontaminierte Futter infiziert haben müssten. Die Antwort lautet: Dies ist durchaus möglich. Bis Anfang 1997 – damals wurden nur klinisch verdächtige Tiere getötet, untersucht und erfasst, weitere Massnahmen wurden auf dem Fallbetrieb nicht getroffen – fanden sich in elf Herden je ein, in einer Herde sogar zwei zusätzliche klinisch auffällige BSE-positive Tiere. Alle waren im gleichen Betrieb wie das erste BSE-Tier geboren und aufgezogen worden und innerhalb eines klar begrenz-

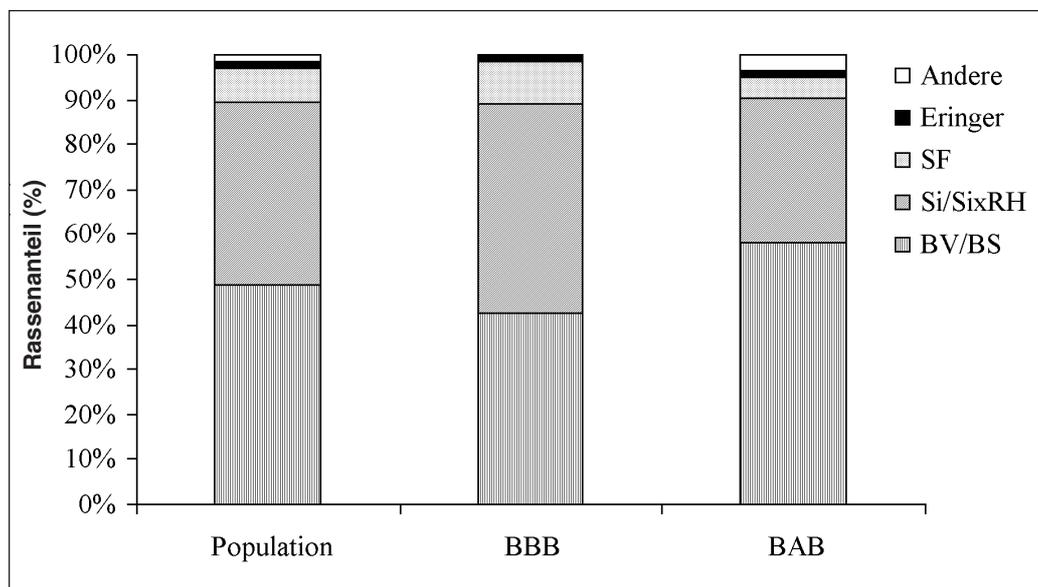


Abbildung 7: Rassenverteilung bei BSE-Tieren (BAB, BBB) und Gesamtpopulation.

ten Zeitintervalls zur Welt gekommen, nämlich ein Jahr vor bis ein Jahr nach dem ersten BSE-verseuchten Tier. Sie liessen sich also alle einer definierten Risikogruppe, sprich Geburtskohorte, zuordnen.

Im Rahmen des dringlichen und zeitlich bis zum 30. Juni 1999 befristeten Bundesbeschlusses, ausgelöst durch die erste «BSE-Krise», erfolgte im Jahre 1996 die Einführung der Herdentötung. Fortan wurde bei einem BAB-Fall jeweils der ganze Rindviehbestand vernichtet. Handelte es sich beim betroffenen Tier um einen Zukauf, wurde auch der Geburts- bzw. Aufzuchtbetrieb des Tieres gemässregelt. Von der Herdentötung betroffen waren rückwirkend alle Schweizer Herden, in denen jemals ein BSE-Fall aufgetreten war.

Im Rahmen der Untersuchungen der getöteten Tiere aus Beständen von BSE-Fällen, die innerhalb der Zeit dieser Herdentötung (Dezember 1996–Juli 1999) entdeckt wurden, konnten im Labor keine weiteren Zweit- oder Drittfälle entdeckt werden. Bei der rückwirkenden Herdentötung auf Betrieben, auf denen vor dem Dezember 1996 BSE-Fälle aufgetreten waren, identifizierte man bei der Untersuchung einer Vielzahl von Proben (1718) fünf weitere Fälle aus vier Herden. Bei einem Tier handelte es sich um ein als Jungrind zugekauft Tier, also wahrscheinlich einen vom ersten Fall auf dem untersuchten Betrieb unabhängigen BSE-Fall. Die vier anderen Fälle entstammten alle der oben dargestellten Geburtskohorte, zwei Tiere stammten aus demselben Betrieb. Aufgrund der Einschätzung, dass diese Fälle sich über das gleiche Futtermittel infiziert hatten, wie der erste BSE-Fall des Betriebes, und aufgrund der starken Verzögerung bei den Untersuchungen und Diagnosestellungen wurden diese 5 Fälle nicht als «neue» BSE-Fälle publiziert, sondern gesondert in einem öffentlichen Bericht über diesen Bundesbeschluss beschrieben («Gute Erfahrungen mit der Kohortentötung»).

Nach Ablauf des befristeten Bundesbeschlusses, stellte sich die Frage, ob die strengen Tötungsbestimmungen weiterhin gelten sollten. Aufgrund der vorliegenden Daten wurde die Herdentötung durch die Kohortentötung abgelöst. Dementsprechend werden seit Juli 1999 systematisch alle Tiere, die ein Jahr vor bis ein Jahr nach einem BSE-Fall in der gleichen Herde aufgezogen wurden, getötet und mittels BSE-Schnelltest auf BSE untersucht. Im Rahmen dieses Untersuchungsprogrammes wurde bisher bei der labordiagnostischen Untersuchung von über 470 Kohortentieren ein einziger Zweitfall in einer Herde entdeckt. Dieser BSE-Fall wurde ebenso kommuniziert wie die oben beschriebenen Kohortentiere. Hier gilt es zu berücksichtigen, dass zum Zeitpunkt der angeordne-

ten Untersuchungen der Kohortentiere viele Tiere aus der Geburtskohorte nicht mehr am Leben sind. Es lässt sich deshalb auch nur schwer abschätzen, wieviele infizierte Kohortentiere insgesamt existierten und schon vor dem ersten BSE-Fall aus den Herden eliminiert worden waren. Wissenschaftliche Untersuchungen aus Grossbritannien Mitte der 90er-Jahre zeigten, dass eine vertikale Übertragung der Infektion nicht ganz ausgeschlossen werden kann (Donnelly et al., 1997). Daher wurden in der Schweiz seit November 1996 alle direkten Nachkommen von BSE-Kühen, auch retrospektiv, getötet und untersucht. Bisher wurde keine BSE-Erkrankung bei einem dieser Nachkommen festgestellt.

Rückblick auf die BSE-Epidemie – ungeklärte Fragen der letzten zwölf Jahre

Da lange Zeit nur diejenigen BSE-positiven Tiere erkannt werden konnten, die klinische Symptome einer Erkrankung aufwiesen und von den Tierärzten als verdächtig eingestuft und gemeldet wurden, stellt sich die Frage: Wie viele BSE-Fälle existierten denn nun eigentlich wirklich? Wie gross war die Grauzone der nicht erkannten und wissentlich oder unwissentlich nicht gemeldeten Fälle in der Schweiz? Wohl die meisten, die sich mit dem Verlauf der Epidemie in der Schweiz näher beschäftigt haben, dürften schon folgende, eher spekulative und unwissenschaftliche Rechnung angestellt haben: Wenn wir die Grafik der BSE-Fälle der Jahre 1999, 2000 und 2001 näher betrachten, stellen wir fest, dass das Verhältnis zwischen der Anzahl klinischer Fälle, der Fälle aus dem Untersuchungsprogramm (UP: aml. Stichprobe, Krankschlachtungen und Umgestandene) und den freiwilligen Normalschlachtungen, über den Daumen gepeilt 1:1:1 beträgt (Der in dieser Grafik überdurchschnittlich hohe Anteil an UP-Tieren im Jahre 2001 liesse sich mit der Feststellung erklären, dass einige Fälle, die als Krankschlachtungen labordiagnostisch auffielen, mit einer verbesserten klinischen Diagnostik als BSE-Verdachtsfälle hätten erkannt werden können und deshalb eigentlich der Kategorie «Klinik» zuzuordnen wären). Bei den Normalschlachtungen ist seit der Einführung der freiwilligen BSE-Untersuchungen ein Grossteil der geschlachteten Rinder abgedeckt; hier dürften nur noch wenige zusätzliche BSE-Fälle nicht erkannt worden sein. Wenn nun diese 1:1:1-Proportionen mit den bisher bekannten 339 klinischen BSE-Fällen hochgerechnet würden, hiesse das, dass wir effektiv in der Schweiz von bisher insgesamt mehr oder weniger

1000, mittels Labortest oder klinischer Untersuchung nachweisbaren, BSE-Fällen auszugehen hätten. Da die Genauigkeit und Überprüfbarkeit solcher einfacher Überlegungen in diesem Fall sicher nicht ausreichend sind, kommen für einen wissenschaftlicheren Ansatz mathematische oder Simulationsmodelle zum Einsatz. Diese stützen sich auf die vorhandenen epidemiologischen Informationen sowie auf eine Reihe von Annahmen für die Bereiche, in denen keine genauen Daten vorliegen. Ziel solcher Modelle ist, die Realität vereinfacht abzubilden und daraus interpretierbare Ergebnisse zu liefern (Thrusfield, 1997). Aufgrund der möglichen Variabilität der Daten und der Abhängigkeit von Annahmen sind solche Modelle jedoch immer mit der nötigen Vorsicht zu genießen.

Zur Bearbeitung von Fragen zur BSE in der Schweiz wurde daher in den letzten Jahren am BVET ein wissenschaftliches Modell entwickelt. Dieses Modell berücksichtigt unter anderem die Altersverteilung der schweizerischen Rinderpopulation, das geschätzte Infektionsrisiko jeder Geburtskohorte, sowie Geburtsdaten und Altersverteilung (Doherr et al., 1999). Zu der Annahme, dass alle Faktoren über die Zeit konstant waren, muss noch eine weitere gemacht werden: Wie viele der tatsächlich aufgetretenen klinischen BSE-Fälle wurden entdeckt und diagnostiziert («Underreporting»)? So wurde durch Testberechnungen mehrerer Möglichkeiten unter der Annahme, dass nur etwa 50% der tatsächlich aufgetretenen klinischen BSE-Fälle auch entdeckt und gemeldet wurden, die beste Anpassung des Modells an die beobachteten Daten der Epidemie erreicht. Unter dieser Annahme errechnete das Modell eine Gesamtzahl von insgesamt ca. 850 klinisch oder labor-diagnostisch diagnostizierbaren Tieren. Dass die Ergebnisse beider Berechnungen in der gleichen Grössenordnung liegen, ist nicht wirklich erstaunlich. Jedoch wird, bei aller Unsicherheit, dem wissenschaftlichen Modell das grössere Vertrauen entgegengebracht. Das Modell erlaubt zusätzlich eine Schätzung zu machen, wie viele infizierte, noch nicht diagnostizierbare Rinder und Kühe jemals existiert(en). Das Modellergebnis für 50% «Underreporting» liegt demnach bei etwa 1800 jemals infizierten Rindern. Es ist anzunehmen, dass ein Grossteil der unentdeckten BSE-Tiere in einem Alter starb, in dem keine oder nur minimale Mengen Prionen im gesamten Tierkörper vorhanden waren (Bradley, 1999). Daher ist ein Rückschluss auf eine eventuelle Infektiosität dieser Tiere

zum Zeitpunkt ihrer Schlachtung nicht zulässig und das Gefahrenpotential nicht zu hoch einzuschätzen.

Perspektive für den weiteren Verlauf – die nächsten zwölf Jahre

Immer wieder wird gefragt, ob denn die BSE-Krise endlich vorbei sei. Unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Trends des Epidemieverlaufs ist – jedenfalls in der Schweiz – vorsichtiger Optimismus durchaus angebracht. 1999 wurden Modellrechnungen veröffentlicht, die unter der Annahme, dass es nach 1996 nicht mehr zu neuen Infektionen bei Rindern gekommen ist, ergaben, dass die BSE-Epidemie bis 2004 auf wenige klinische Fälle pro Jahr zurückgehen und im Jahr 2006 der letzte Fall auftauchen sollte (Doherr et al., 1999). Mittlerweile ist offensichtlich, dass auch Rinder mit einem Geburtsdatum nach 1996 erkrankt sind. Dieses Beispiel mag zeigen, dass man mit derartigen Prognosen vorsichtig umgehen sollte, die Ergebnisse höchstens als Richtwerte zu interpretieren und die Bedingungen für das Modell ständig zu hinterfragen sind. Ein neuerer Ansatz in Form eines weiterentwickelten Modells erlaubt Rückschlüsse auf die Altersverteilung der infizierten Tiere in der Rinderpopulation. Dieses Modell lässt, neben der Berechnung der pro Jahr zu erwartenden BSE-Fälle, eine Unterscheidung in Fälle mit oder ohne klinische Symptome zu. Wie beschrieben, stimmen die Zahlen aus dem Modell am ehesten mit den Überwachungsergebnissen überein, wenn angenommen wird, dass bisher etwa die Hälfte aller BSE-Fälle mit klinischen Symptomen auch als Verdachtsfälle gefunden wurde (50% «underreporting»). Eine wichtige Funktion dieses Modells besteht darin, einen Hinweis auf die Grösse des Problems zum jetzigen Zeitpunkt geben zu können: Nach diesem Modell ist davon auszugehen, dass noch ca. 80 infizierte Tiere in der schweizerischen Rinderpopulation vorhanden sind. Die weitere Vorhersage mittels Modell zeigt als Trend ein weiteres Sinken der Fallzahlen mit dem letzten Fall nach dem Jahre 2006. Eine so präzise Aussage, wann der allerletzte Fall auftreten wird, lässt sich allerdings aufgrund der geschilderten Einschränkungen kaum vertreten. Der «letzte Fall» wird wohl erst rückwirkend nach einer Zeitspanne ausreichend guter Überwachung mit einiger Sicherheit bestimmt werden können.

Literatur

- Anderson R.M., Donnelly C.A., Ferguson N.M., Woolhouse M.E., Watt C.J., Udy H.J., MaWhinney S., Dunstan S.P., Southwood T.R., Wilesmith J.W., Ryan J.B., Hoinville L.J., Hillerton J.E., Austin A.R., Wells G.A.: Transmission dynamics and epidemiology of BSE in British cattle. *Nature* 1996, 382:779–788.
- Bradley R.: Bovine spongiform encephalopathy (BSE): the current situation and research. *Eur. J. Epidemiol.* 1991, 7:532–44.
- Bradley R.: BSE transmission studies with particular reference to blood. *Dev. Biol. Stand.* 1999, 99:35–40.
- Braun U., Schicker E., Hörnlimann B.: Diagnostic reliability of clinical signs in cows with suspected bovine spongiform encephalopathy. *Vet. Rec.* 1998, 143:101–105.
- Cachin M., Vandeveld M., Zurbriggen A.: Ein Fall von Spongiformer Enzephalopathie («Rinderwahnsinn») bei einer Kuh in der Schweiz [A case of spongiform encephalopathy («cattle madness») in a cow in Switzerland]. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 1991, 133:53–57.
- Collinge J., Sidle K.C., Meads J., Ironside J., Hill A.F.: Molecular analysis of prion strain variation and the aetiology of 'new variant' CJD. *Nature.* 1996, 383:685–690.
- Denny G.O., Wilesmith J.W., Clements R.A., Hueston W.D.: Bovine spongiform encephalopathy in Northern Ireland: epidemiological observations 1988–1990. *Vet. Rec.* 1992, 130:113–116.
- Doherr M.G., Heim D., Fatzer R., Cohen C.H., Vandeveld M., Zurbriggen A.: Targeted screening of high-risk cattle populations for BSE to augment mandatory reporting of clinical suspects. *Prev. Vet. Med.* 2001, 51:3–16.
- Doherr M.G., Heim D., Vandeveld M., Fatzer R.: Modelling the expected numbers of preclinical and clinical cases of bovine spongiform encephalopathy in Switzerland. *Vet. Rec.* 1999, 145:155–60.
- Donnelly, C. A., Ferguson, N. M., Ghani, A. C., Woolhouse, M. E., Watt, C. J., and Anderson, R. M.: The epidemiology of BSE in cattle herds in Great Britain. I. Epidemiological processes, demography of cattle and approaches to control by culling. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 1997, 352:781–801.
- Hoernlimann, B., Riesner, D. & Kretzschmar, H.: Prionen und Prionkrankheiten. edn. de Gruyter, 2001.
- Nathanson N., Wilesmith C., Griot C.: Bovine spongiform encephalopathy (BSE): causes and consequences of a common source epidemic. *Am. J. Epidemiol.* 1997, 145:959–969.
- Perler L., Heim D., Geiser F., Müller H.K., Kihm U.: 10 Jahre BSE in der Schweiz. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 2000, 142:657–664.
- Schaller O., Fatzer R., Stack M., Clark J., Cooley W., Biffiger K., Egli S., Doherr M., Vandeveld M., Heim D., Oesch B., Moser M.: Validation of a Western immunoblotting procedure for bovine PrPSC detection and its use as a rapid surveillance method for the diagnosis of bovine spongiform encephalopathy (BSE). *Acta Neuropathol.* 1999, 98:437–443.
- Thrusfield, M.: *Veterinary Epidemiology.* (2nd ed.), Oxford: Blackwell, 1997.
- Wells GA, Scott AC, Johnson CT, Gunning RF, Hancock RD, Jeffrey M, Dawson M, Bradley R: A novel progressive spongiform encephalopathy in cattle. *Vet. Rec.* 1987, 121:419–20.
- Wilesmith J.W., Wells G.A., Cranwell M.P., Ryan J.B.: Bovine spongiform encephalopathy: epidemiological studies. *Vet. Rec.* 1988, 123:638–44.

Korrespondenzadresse

Dr. P. Schaller, BSE-Einheit des Bundes, Bundesamt für Veterinärwesen (BVET)
 Schwarzenburgstrasse 161, CH - 3003 Bern, Fax: +41 (0)31 324 41 50
 patrick.schaller@bvet.admin.ch

Manuskripteingang: 30. August 2002

In vorliegender Form angenommen: 20. September 2002