

Abb. 4: Schema der Muster von Ausprägungen ausgewählter Qualitäts- und Leistungsmerkmale in der Bewertung von Wirkungen der Landnutzung in Abhängigkeit von unterschiedlichen Landnutzungsszenarien

weiteren Verlauf lediglich der Bedarf, das Verhalten dieser Landschaft zu verfolgen, um auftretende Abweichungen rechtzeitig berücksichtigen zu können (Abb. 3). Entsprechen die vorliegenden Qualitäten und Leistungspotentiale aber nicht den Zielvorstellungen der Entscheidungsträger, so ist eine Überarbeitung der Vorgaben im Sinne einer neuen Planung und Gestaltung der Landnutzung erforderlich. Hierfür ist das notwendige Wissen aus dem vorhandenen umfangreichen Kenntnisstand ökologischer Forschungsdisziplinen zusammenzustellen, neues Wissen zu erarbeiten und geeignete Entscheidungswerkzeuge zu entwickeln. Erst wenn derartige Werkzeuge im Sinne der

Mehrkriterienoptimierung vorliegen, wird es für Administration, Beratung, Praxis und Politik möglich sein, weitgehend objektive Lösungen für ihre Entscheidungen zur Gestaltung und Beeinflussung von Landschaftsnutzung zu finden. Um dies zu realisieren, würden verschiedene, mögliche Fallkombinationen von Landnutzungskonzepten (Szenarien) auf ihre mittel- und langfristigen ökonomischen, sozialen und ökologischen Wirkungen untersucht und mit den Zielvorgaben verglichen werden (Abb. 4). Denkbar ist aber auch, daß optimale Nutzungskonzepte bei Vorgabe von zu erreichenden ökonomischen und ökologischen Zielen ermittelt werden. Bis derartige Technologien

allgemein einsetzbar sind, wird notwendigerweise eine Bewertung der Auswirkungen von Landnutzungen als eine empirische und auf Fachexperten gestützte Einzelfallbetrachtung also vor Ort erfolgen.

Konsequenzen für die Forschung

Die zur Entwicklung von Wissen und Werkzeugen für eine gesamtheitliche Bewertung der ökologischen und sozioökonomischen Wirkung von Landschaftsnutzung erforderlichen wissenschaftlichen Arbeiten sind aufwendig und müssen fachlich sehr breit angelegt werden. Sie sind nicht mehr ohne eine geeignete Forschungsstruktur realisierbar. Eine solche muß die wesentlichen Fachdisziplinen von Land- und Forstwirtschaft, Landschaftsökologie und Naturschutz (=multidisziplinär) einschließen und zwischen diesen eine sehr weitgehende Zusammenarbeit (=interdisziplinär) erreichen. Das Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V. in Münchenberg bietet hierzu ideale Voraussetzungen und hat sich genau diesen Aufgaben verschrieben.

Dr. Armin Werner
 Institut für Landnutzungssysteme
 Zentrum für Agrarlandschafts-
 und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V.
 Eberswalder Str. 84
 15374 Münchenberg

Vitamine in Lebensmitteln

Neubestimmung der Folsäuregehalte mit Hilfe der HPLC

Das Bekanntwerden von Defiziten bei der Versorgung der deutschen Bevölkerung aller Altersklassen mit Folsäure einerseits und von Zweifeln an der Zuverlässigkeit der in Nährwerttabellen geführten Folsäuregehaltsangaben, die mit mikrobiologischen und biologischen Methoden bestimmt worden sind, andererseits, veranlaßten die Bundesforschungs-

anstalt für Ernährung zur Neubestimmung der Folsäuregehalte von Lebensmitteln unter Anwendung der Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC). Empfehlungen zum Verzehr ausgewählter Lebensmittel mit hohen Gehalten an Folsäure und guter Resorbierbarkeit bzw. hoher Bioverfügbarkeit ihrer Derivate können mithilfe, die im Ernährungsbericht

1988 aufgezeigten Versorgungsdefizite abzubauen.

Folsäure ein wasserlösliches Vitamin

Unter dem Namen "Folsäure" ist eine Gruppe von Wirkstoffen aus dem Vit-

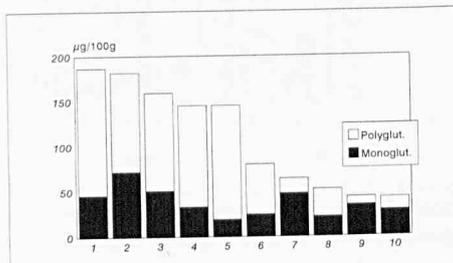
amin-B-Komplex zusammengefaßt, die sich von der Pteroylglutaminsäure (PteGlu) ableiten lassen. Die PteGlu besteht aus einem Pteridinringsystem, der p-Aminobenzoessäure und der L-Glutaminsäure, wovon letztere peptidartig miteinander verknüpft sind. Die biochemisch aktive Verbindung im Stoffwechsel von Pflanze, Tier und Mensch ist die Tetrahydrofolsäure (THF), die als Coenzym zur Übertragung von C₁-Einheiten wie Methyl-, Formyl- u.a. funktioneller Gruppen bei der Biosynthese von Nucleinsäurebasen und Aminosäuren fungiert und somit unmittelbar an der Biosynthese von DNS und Proteinen beteiligt ist.

Folsäuremangel

Eine unzureichende Versorgung mit Folsäure bzw. Folaten, den Salzen der Folsäure, zeigt sich zuerst an Zellen und Geweben, die einer schnellen Erneuerung unterliegen. Das sind die blutbildenden Zellen des Knochenmarks, die Schleimhäute und die Oberflächenepithelien. So deutet der Begriff *Folsäuremangelanämie* treffend auf eine Anämie-Form hin, deren Ursache im Folsäuremangel liegt. Eine Störung der Antikörperbildung infolge Folsäuremangels führt zu erhöhter Infektionsanfälligkeit. Auch neurologische und psychiatrische Störungen können durch Folatmangel hervorgerufen werden.

Folsäure-Bestimmung

Mit biologischen oder mikrobiologischen Methoden wird nicht der Folsäuregehalt, sondern die Folsäureaktivität bestimmt. Eine moderne instrumentelle



1 Grünkohl, 2 Rosenkohl, 3 Erbsen (grün), 4 Spinat, 5 Feldsalat, 6 Sauerkirschen, 7 Erdbeeren, 8 Süßkirschen, 9 Weintrauben, 10 Orangen

Abb. 1: Gesamtfolatgehalte von Gemüse und Obst

Analysenmethode wie die Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC) gestattet dagegen die quantitative Bestimmung der einzelnen Folsäurederivate, die sich durch den Oxidationsgrad des Pteridinringsystems (Tetrahydro-, Dihydrofolsäure, PteGlu), durch die Art der funktionellen Gruppen (Methyl-, Formyl- u.a. C₁-Gruppen) und durch die Länge der peptidartig miteinander verbundenen Glutaminsäurereste (1 bis 8 Glutaminsäuren im Folsäure-Molekül wurden nachgewiesen) unterscheiden. Im Falle von **Monoglutamaten** (eine Glutaminsäure im Molekül) spricht man von "freier" Folsäure, bei den **Polyglutamaten** (2 bis 8 Glutaminsäuren im Molekül) von "gebundener" oder "konjugierter" Folsäure. Die Monoglutamate sind zu 100%, die Polyglutamate dagegen nur zu etwa 20% resorbierbar. Die in den Lebensmitteln vorwiegend angebotenen Folsäurederivate haben eine unterschiedliche Bioverfügbarkeit; diese schließt neben der Resorbierbarkeit auch die Verwertbarkeit ein. Sie nimmt ab in der Rangfolge Methyl-THF (121%), THF (105%) und Formyl-THF (70%), bezogen auf die PteGlu (100%). Schon daraus ist ersichtlich, daß nicht nur der Gesamtfolatgehalt eines Lebensmittels bekannt sein sollte, sondern auch der Gehalt an den einzelnen Folsäurederivaten.

Die Trennung der Folsäurederivate kann durch die Reversed Phase (RP)-Chromatographie mit Unterdrückung der Ionenbildung erfolgen. Bei dieser Methode wird bei einem pH-Wert von 2,3 im Kaliumphosphat-Puffer mit 9,5% Acetonitril die Ionenbildung verhindert und somit eine Trennung der Folsäurederivate unter RP-Bedingungen ermöglicht. Neben dem Phosphatpuffer/ Acetonitrilmischung als polare mobile Phase verwandt wir RP-C18- und RP-Phenyl-Säulen als unpolare stationäre Phasen. Zur Detektion durch Fluoreszenzmessung wurde die natürliche Eigenfluoreszenz der Derivate ausgenutzt.

Vor der Quantifizierung durch die HPLC müssen die Derivate zunächst aus dem Lebensmittel mit einer Pufferlösung extrahiert werden. Die Polyglutamate sind durch Schweinenieren-Deconjugase enzymatisch zu Monoglutamaten abzubauen und die die HPLC-Trennung störenden Verbindungen durch Anionenaustauschchromatographie zu entfernen. Auf diese Weise wird der Gesamtfolatgehalt (Monoglutamate + Po-

lyglutamate) bestimmt. Im Falle der Monoglutamatbestimmung wird auf den enzymatischen Abbau der Polyglutamate verzichtet. Die Differenz aus Gesamtfolat- und Monoglutamatgehalt entspricht dem Polyglutamatgehalt.

S.W.Souci, W. Fachmann, H. Kraut Die Zusammensetzung der Lebensmittel.

Nährwert-Tabellen 1989/90. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart; (1989); 1028 S.

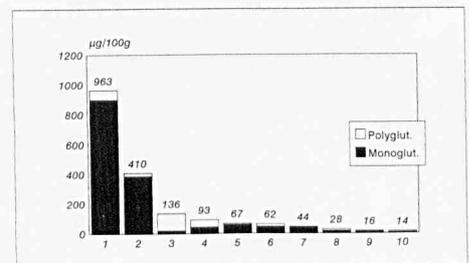
In Souci/Fachmann/Kraut sind 374 Basislebensmittel mit ihren ernährungsrelevanten Inhaltsstoffen aufgeführt.

Die Gesamtzahl der Inhaltsstoffe beträgt 277 mit den Angaben: Minimalwert, Maximalwert, Mittelwert, Anzahl der Analysen.

Der Souci/Fachmann/Kraut dient als Referenz- und Nachschlagewerk für chemische Analysenwerte deutscher Lebensmittel.

Untersuchte Lebensmittel

Es wurden die für die menschliche Ernährung wichtigsten Lebensmittel pflanzlicher und tierischer Herkunft untersucht und zwar von den pflanzlichen Lebensmitteln 25 Gemüsearten einschließlich der Kartoffel, 15 Obstarten, 8 Getreideproben bzw. -produkte, 7 verschiedene Backwaren und 6 Hülsenfrüchtleproben. Von den tierischen Lebensmitteln wurden Muskelfleisch und Innereien von Rind und Schwein sowie Brathähnchen, Forelle, Kabeljau und Vollei, daneben aber auch Milch und 8 verschiedene Milchprodukte unter-



1 Rinderleber, 2 Rindernieren, 3 Schweineleber, 4 Schweinenieren, 5 Vollei, 6 Limburger, 7 Camembert, 8 Speisequark, 9 Vollmilch, 10 Magerquark

Abb. 2: Gesamtfolatgehalte von tierischen Lebensmitteln

sucht. Die Berechnung des Gesamtfolatgehalts (inclusive Monoglutamatanteil) erfolgte durch Addition der auf die Derivate THF, Methyl-THF und Formyl-THF entfallenden Gehalte, die zuvor auf PteGlu-Äquivalente umgerechnet wurden. Bei einigen Produkten (Getreide, Backwaren, Hülsenfrüchte) mußten in gleicher Weise die in geringer Menge vorkommende PteGlu und deren Formylderivat berücksichtigt werden.

Auf dieser Basis ist eine Überprüfung der Gehaltsangaben möglich, die mit mikrobiologischen Methoden unter Bezugnahme auf PteGlu als Referenzsubstanz bestimmt worden sind. In unserem Fall stützten wir uns auf die Angaben, die in den von Souci, Fachmann und Kraut herausgegebenen Nährwert-Tabellen anzutreffen sind.

Ergebnisse der Neubestimmung

In Abbildung 1 sind die jeweils 5 Gemüse- und Obstarten mit den höchsten Gesamtfolatgehalten aufgeführt. Gehalte von mehr als 100 g/100 g Gesamtfolat konnten noch in 6 weiteren Gemüsearten nachgewiesen werden. Die Differenzierung nach Mono- und Polyglutamatanteil läßt die Berechnung der resorbierbaren Folsäuremenge (Monoglutamate + 0,2 x Polyglutamate) zu. Danach können der Rosenkohl bzw. die Erdbeeren als Vertreter der Gemüse-/Obstgruppe den größten Beitrag zur

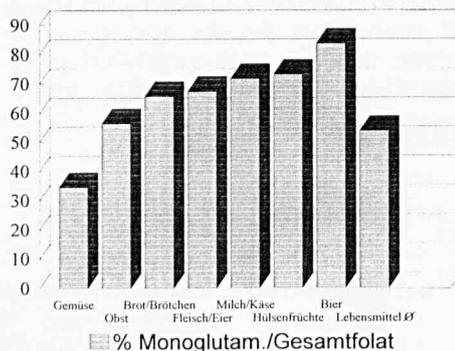


Abb. 4: Prozentualer Anteil Monoglutamate am Gesamtfolatgehalt

Folsäureversorgung leisten. Dieser kann noch bei einigen Lebensmitteln durch Zerkleinern und Stehenlassen der Produkte ohne vorheriges Erhitzen

erhöht werden, was auf eine hohe endogene Deconjugase-Aktivität zurückzuführen ist. Diese enzymatische Abbaureaktion der Poly- in die Monoglutamate ist Voraussetzung sowohl für die Resorbierbarkeit im Darm als auch

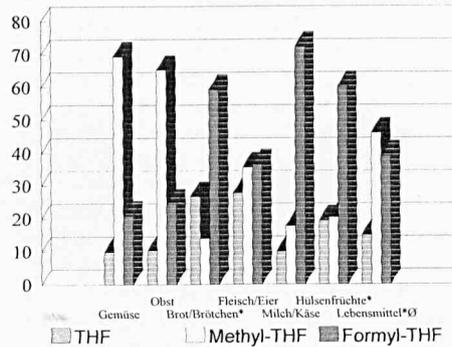


Abb. 3: Verteilung der Folsäure-Derivate (in %). In den mit *) markierten Produktgruppen wurde unter THF die PteGlu und unter Formyl-THF die Formyl-PteGlu mitberücksichtigt

bei der analytischen Bestimmung der Folsäure. Durch eine sehr hohe endogene Deconjugase-Aktivität zeichnen sich Spargel, Broccoli (alle mit Gesamtfolatgehalten von 100 g/100 g) und Grünkohl sowie Orangen, Weintrauben, Süßkirschen und Erdbeeren aus. Andere pflanzliche Produkte bzw. daraus hergestellte Lebensmittel wie Backwaren wiesen Gesamtfolatgehalte auf, die von 14 g/100 g (Roggen-Vollkornbrot) bis 88 g/100 g (Knäckebrötchen) reichten. In Bieren lag der Gehalt bei 3 g/100 ml. Bei den Hülsenfrüchten wurde eine Abnahme des Gesamtfolatgehaltes in der Reihenfolge Bohnen (128), Linsen (103) und Erbsen (57 g/100 g) nachgewiesen.

Abbildung 2 zeigt die Gesamtfolatgehalte von einigen Lebensmitteln tierischer Herkunft. Wie leicht zu erkennen ist, weisen Leber und Niere die höchsten Gehalte auf. Bei Rind- und Schweinefleisch liegen die Gehalte bei 3 g/100 g, bei Geflügelfleisch etwas höher (Brathähnchen, 12 g/100 g).

Im gleichen Rahmen bewegen sich die Fischgehalte (Forelle mit 12 und Kabeljau mit 6 g/100 g). Von den Milchprodukten fielen die Weichkäsearten "Limburger" und "Camembert" mit relativ hohen Gesamtfolatgehalten auf. Vollmilch mit 16 g/100 ml besitzt höhere Gehalte als H-Milch (4 g/100 ml), was auf eine leichte Zerstorbarkeit der tem-

peratur-, licht- und luftsaurestoffempfindlichen Folsäure während der Be- und Verarbeitung von Lebensmitteln hindeutet. Mit entsprechenden Verlusten ist auch bei der Speisenzubereitung in der Küche zu rechnen, wie eigene Untersuchungen gezeigt haben. Die jeweilige Verteilung der einzelnen Folsäurederivate in den verschiedenen Lebensmittel-Produktgruppen ist aus Abbildung 3 ersichtlich.

Gemüse und Obst weisen einen hohen Anteil an Methyl-THF, der von der Bioverfügbarkeit her wertvollsten Folsäureform, auf. Dies unterstreicht die besondere Bedeutung dieser Produkte für eine ausreichende Versorgung mit Folsäure. Dem steht bei Milch/Käse, Brot/Brötchen und Hülsenfrüchten ein sehr hoher Anteil der in dieser Hinsicht ungünstigeren Formyl-THF gegenüber.

Aus Abbildung 4 ist ersichtlich, daß lediglich Gemüse mit einem durchschnittlichen Monoglutamatanteil von weniger als 40% etwas aus dem Rahmen fällt. Der Durchschnittswert für alle von uns untersuchten Lebensmittel liegt bei ca. 53% Monoglutamatanteil, woraus sich eine wünschenswerte tägliche Zufuhrmenge von 250 g Gesamtfolat, entsprechend 156 g resorbierbarer Folsäure ableiten läßt. Die derzeit gültige Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung sind 300 g Gesamtfolat/Tag für den gesunden Erwachsenen.

Wie notwendig die Neubestimmung der Folsäuregehalte mit Hilfe der HPLC

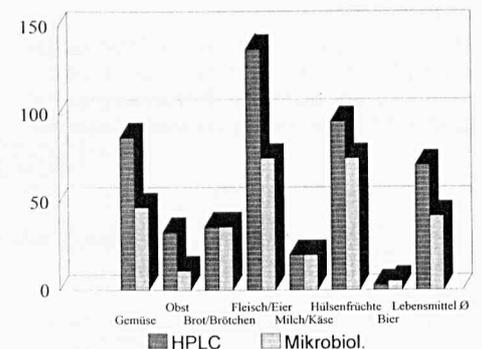


Abb. 5: Die Folsäuregehalte (g/100 g) in Abhängigkeit von der Bestimmungsmethode

war, läßt Abbildung 5 erkennen. Im Hinblick auf eine ausreichende Folsäureversorgung wurden in Gemüse und Obst oder bei Innereien wie Leber und

Niere Folsäuregehalte ermittelt, die z.T. um ein Mehrfaches über den alten Tabellenwerten liegen. Eine gute Übereinstimmung lag dagegen bei Backwaren und Milchprodukten vor. Es bleibt

nur zu hoffen, daß die Ergebnisse dieser Studie zu den Folsäuregehalten von Lebensmitteln rasch in den Nährwert-Tabellen Berücksichtigung finden werden.

Dr. Harald Müller
Bundesforschungsanstalt für Ernährung,
Institut für Ernährungsphysiologie,
Engesserstr. 20
76131 Karlsruhe

Die Schweinepest in Deutschland in den Jahren 1992 und 1993

Die Klassische oder Europäische Schweinepest ist eine durch Blutungen in verschiedenen Organen und Fieber gekennzeichnete verlustreiche Infektionskrankheit der Haus- und Wildschweine. Der Erreger, das Schweinepestvirus aus der Gruppe der Pestiviren, kommt in verschiedenen Varianten vor, die unterschiedliche Verläufe der Krankheit hervorrufen. Neben der akuten, schnell zum Tode führenden Form der Schweinepest treten mehr chronisch verlaufende Krankheitsbilder auf, die durch mäßig virulente Virusstämme verursacht werden. Außerdem gibt es schwach virulente Stämme, die bei erwachsenen Tieren kaum Verluste hervorrufen, aber zu gehäuften Aborten und Totgeburten führen. Die Einschleppung der Schweinepest führt in jedem Fall zu hohen Verlusten, da mit der Seuchenfeststellung zugleich strenge Sperrmaßnahmen in Kraft gesetzt werden. Die gesetzliche Grundlage für die staatliche Bekämpfung der Schweinepest ist die Schweinepest-Verordnung vom 3.8.1988, in der auch die Vorschriften der EU-Richtlinie über "Maßnahmen der Gemeinschaft zur Bekämpfung der klassischen Schweinepest" (80/217/EWG) in nationales Recht umgesetzt sind.

Die Jahre 1992 und 1993

Die letzte große Epidemie der Schweinepest mit ca. 1900 Ausbrüchen ereignete sich in Deutschland in den Jahren 1983 bis 1985 (Abb.1).

Danach kam es nur 1989 und 1990 zu einer Häufung von Seuchenfällen in einigen Bundesländern. Nach einer Zeit

der Seuchenfreiheit wurden 1992 acht primäre Schweinepestausbüche in sieben Landkreisen registriert. Diese hatten fünf sekundäre, also auf Verschleppung des Erregers beruhende Fälle, im Gefolge (Abb. 2).

Die Einzelfälle stellten insgesamt keine starke Bedrohung dar. Im Jahr 1993 häuften sich jedoch in einigen Regionen in Deutschland die Ausbrüche, die sich schließlich bei 27 Primärausbrüchen zu einer Gesamtzahl von 100 Fällen in 27 Landkreisen addierten und wegen des weit gestreuten Vorkommens vor allem in Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Baden-Württemberg zu Sperrmaßnahmen seitens der Europäischen Kommission führten. Beim

mern, Rheinland-Pfalz und Niedersachsen festgestellt. Auch in Frankreich und Polen kam die Wildschweinepest vor. Derzeit hat besonders Mecklenburg-Vorpommern unter der fast ungehemmten Ausbreitung zu leiden. Die Bekämpfung der Schweinepest beim Schwarzwild bereitet große Schwierigkeiten, auf die unten näher eingegangen wird.

Einschleppung und Verbreitung

Zwei primäre Ursachen der Einschleppung der Schweinepest in Hauschweinbestände sind zu nennen: Der Kontakt zu Wildschweinen, die sich bei

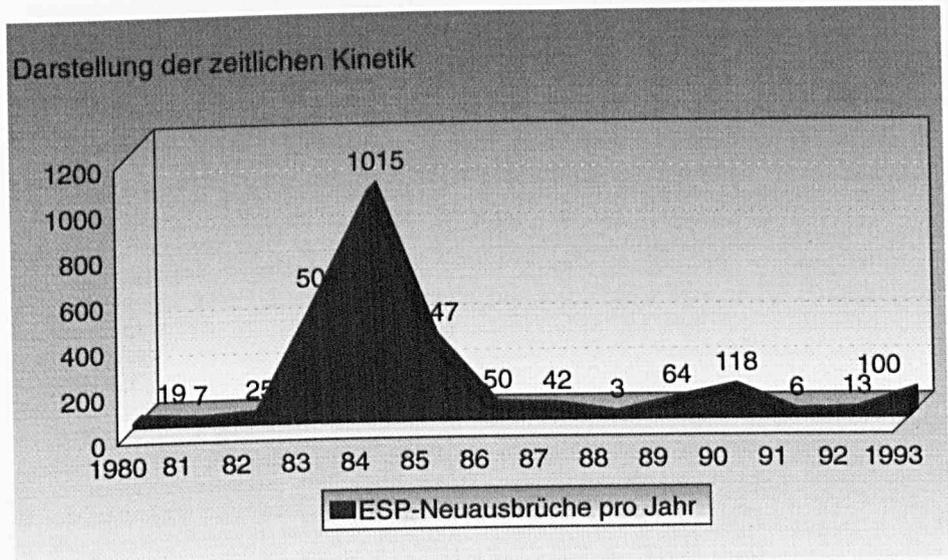


Abb. 1: Europäische Schweinepest auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland von 1980 bis 1993 (Gebietsstand 03.10.1990)

Schwarzwild wurde die Schweinepest in den letzten beiden Jahren in den Bundesländern Mecklenburg-Vorpom-

verschiedenen Gelegenheiten, nicht zuletzt durch Aufnahme von Essensresten an Rastplätzen, infizieren können, und