



## 1. Einleitung

Um die begrenzte landwirtschaftliche Erzeugung konkurriert eine zunehmende Zahl möglicher Verwertungspfade. Neben der ursprünglichen Verwendung der pflanzlichen Erzeugnisse zur Ernährung von Menschen und Tieren, haben sich industrielle und energetische Nutzungsformen als weitere Verwendungsmöglichkeiten etabliert. Die zunehmende Nutzungskonkurrenz ruft allerdings kontroverse Diskussionen über die Priorität bei der Verwertung der verfügbaren Ressourcen aus.

Als Entscheidungsgrundlage zur Bewertung verschiedener Nutzungsmöglichkeiten sind quantitative Informationen zum Aufkommen und zur Verfügbarkeit der Rohstoffe sowie Kenntnisse über die mit der Produktions- und Verfahrenstechnik zusammenhängenden Stoffflüsse erforderlich. Die Vielfalt und Heterogenität der landwirtschaftlichen Produktion sowie der quantitative Charakter der Fragestellung, der eine monetäre Bewertung ausschließt, schaffen hierbei spezifische methodische Probleme.

Zur Lösung werden in der Agrarstatistik Substitutions- und Aggregationsverfahren angewendet, die es unter Zuhilfenahme eines Generalnenners ermöglichen, die verschiedensten Produkte auf ein gemeinsames Merkmal umzurechnen oder zu einem Gesamtwert zusammen zu fassen. Den hierzu entwickelten und noch heute zum Einsatz kommenden Generalnenner bildet die Getreideeinheit, die eine Bewertung der Produkte auf der Basis ihres Energiegehaltes vornimmt (WOERMANN, 1944; BMELV, 2009). Weiterhin dienen hieraus abgeleitete Vieheinheitenschlüssel zur standardisierten Bewertung von Viehbeständen (BEWG, 2008; ENGEL, 1998; ENGEL, 1988; MILCH, 1985).

Die aus diesen statistischen Verfahren hervorgehenden Informationen besitzen nur dann eine zufriedenstellende Aussagekraft, wenn die Umrechnungsfaktoren dem aktuellen Leistungsstand der landwirtschaftlichen Praxis entsprechen. Der Notwendigkeit einer fortlaufenden Anpassung der Umrechnungsschlüssel an die erzielten Fortschritte wurde in der Vergangenheit nur ungenügend entsprochen und hat zu Informationsdefiziten im Rahmen von Entscheidungserfordernissen geführt.

Ziel dieser Untersuchung ist die Aktualisierung und konzeptionelle Überarbeitung der in der Agrarwirtschaft angewendeten Aggregationsverfahren. Schwerpunkte liegen in der Ableitung eines geeigneten physischen Maßstabs, der die Erfassung der tierischen und



pflanzlichen Produktion genauso ermöglicht, wie die erneuerbarer Energieträger. Weiterhin wird eine Bilanzierung und Analyse der Stoffströme innerhalb der Agrarwirtschaft vorgenommen.



## 2. Ausgewählte Aspekte zu Aggregationsverfahren

### 2.1 Ziele und Methoden der Aggregation

Zur Beantwortung bestimmter, oft hypothetischer Fragestellungen können Informationen erforderlich sein, die nicht durch traditionelle Erhebungsmethoden wie Zählen, Messen oder Wiegen gewonnen werden können, sondern erst durch statistische Bearbeitung und Aufbereitung zur Verfügung stehen (ESENWEIN-ROTHER, 1967). Die Aggregation als ein solches statistisches Aufbereitungsverfahren hat das Ziel, Informationen als Entscheidungshilfe bereit zu stellen, indem sie inhaltlich oder verfahrenstechnisch inkongruente Einzelwerte zu einer übergeordneten Gesamtgröße zusammenfasst und so die komplexe Wirklichkeit durch ein überschaubares Schema ersetzt (KANN, 1968). SCHOER et al. (2002) sprechen in diesem Zusammenhang von prozeduraler Rationalität. Nach SCHNEEWEISS (1965) erstreckt sich das Aggregationsproblem darauf, den Einzelwert eines statistischen Kollektivs zu finden, auf den ein Maximum an Information konzentriert ist. Je nach der zu behandelnden Fragestellung kann dabei ein anderer Informationsteil des Kollektivs von Interesse sein, so dass die Ausgestaltung des Aggregationsverfahrens „problemadäquat“ für jede Fragestellung erfolgen muss und somit einen sehr spezifischen Charakter erlangt (ESENWEIN-ROTHER, 1976).

Wenn es für die Informationsgewinnung erforderlich wird, heterogene Größen zu verschmelzen, entsteht im Gegensatz zu homogenen Größen, die ohne Verstoß gegen den Identitätsgrundsatz im Rahmen einer Addition summiert werden können, ein grundlegendes, spezifisches „Methodenproblem“ (ESENWEIN-ROTHER, 1967; KANN, 1968). Mit Hilfe von Aggregations- und Substitutionsverfahren soll dieses Problem „numerisch und konzeptgerecht“ umgesetzt werden (Abb. 1) (KANN, 1968). Dazu wird auf der Basis von Ähnlichkeiten oder Relationen, also auf Grundlage eines „arterzeugenden Merkmals, ein System begründet, durch das die Vielzahl von Objekten in eine Ordnung gebracht wird“ (KANN, 1968). Die so durch „sylleptische Verknüpfung nicht addierbarer, inkongruenter Größen- und Wertangaben zustandegebrachte rechnerische Figur“ ist dann keine Summe, sondern ein „statistisches Aggregat summenhaften Charakters“ (ESENWEIN-ROTHER, 1967), für das RÜMELIN (1898) die Bezeichnung „Pluralitätsbegriff“ prägte.

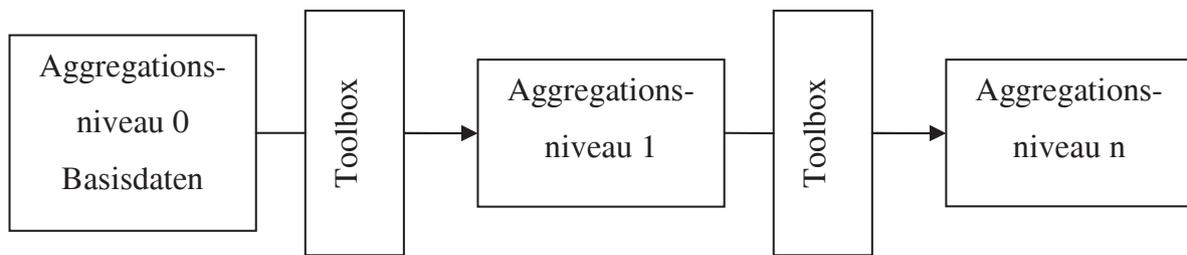


Abb. 1: Schematischer Ablauf eines Aggregationsverfahrens

Quelle: KANN (1968), verändert

Anhand des konstitutiven Merkmals kann dieser Pluralitätsbegriff in Makro- oder Megagrößen bzw. Agglomerate unterteilt und von einem Kollektiv differenziert werden, bei dem alle Elemente hinsichtlich des arterzeugenden Merkmals gleichartig sind, während sich die Elemente eines Agglomerats oder einer Megagröße in diesem Punkt unterscheiden (ESENWEIN-ROTHE, 1976) (Tab. 1). Anhand der Abweichungen der Einzelwerte von diesem Merkmal erfolgt über Koeffizienten eine Transformation in additionsfähige Verrechnungseinheiten, so dass das konstitutive Merkmal als sogenannter Generalnenner fungiert, mit dem die einzelnen Elemente harmonisiert werden (BESCH und WÖHLKEN, 1976). Als geläufige Definition für Aggregationsverfahren hat sich daher auch die „Verdichtung gefilterter und harmonisierter Daten“ etabliert (VON DER LIPPE, 1990). Auf eine synonyme Verwendung der Begriffe Konsolidierung und Kumulierung in älteren Arbeiten sowie die Definition als „komplexe Variable“, macht ESENWEIN-ROTHE (1967) aufmerksam und bezeichnet die Aggregation auch als Suche nach einem „Äquivalent“, das die „Unifikation des Vielfachen“ ermöglichen soll.

## 2.2 Probleme der Aggregation

Zumindest im perfektionistischen Sinne wird das Aggregationsproblem von einer Großzahl der Wirtschaftsstatistiker als unlösbar angesehen, da es „theoretisch unmöglich sei, eine heterogene Masse von Daten durch einen einzigen Ausdruck zu repräsentieren“ (BOULING, 1955), so dass es nicht darum geht, das eine richtige Verfahren zu entwickeln, sondern sich die Bemühungen darauf erstrecken, den Schätzfehler möglichst gering zu halten (SCHNEEWEISS, 1965; KANN, 1968). „Die moderne Aggregationstheorie nimmt somit Fehler bewusst in Kauf, um sie gegen eine rationelle Informationsverar-

beutung einzutauschen“ (SCHNEEWEISS, 1965), wodurch die Zuverlässigkeit und Aussagekraft der Verfahrensergebnisse jedoch stark relativiert wird. Der oftmals verwendete Begriff der „fundierte Schätzung“ bringt dies zum Ausdruck. ESENWEIN-ROTHE (1967) weist darauf hin, dass, „solange die sylleptische Forschungsmethode als eigenständiges Erkenntnisssystem nicht voll entwickelt ist, die für die Makrogrößen gesetzten Werte weder als konzeptgerecht erhobene Zahlen der messenden und zählenden Statistik vorgelegt werden, noch als stochastisch gesicherte Schätzwerte gelten können“. Die Ergebnisse, Aussagekraft und innere Konsistenz von Aggregationsverfahren wird daher stark von der Einhaltung dieser Anforderungen beeinflusst.

Tab. 1: Übersicht statistischer Aggregationsbegriffe

	Gattung	Pluralbegriff	
logische Definition	Oberbegriff für eine Vielzahl von Elementen, die in Bezug auf konstitutive Merkmale der Gesamtheit gleichartig sind, so dass diese durch ein einziges Exemplar repräsentiert werden können.	Oberbegriff für eine konstruierte, komplexe Größe summenhaften Charakters aus unverbundenen und überwiegend ungleichartigen Elementen („Gruppen“) deren „Unifikation“ durch die konstitutiven Merkmale des Begriffs bewirkt wird und von denen keines beanspruchen kann, den Komplex zu repräsentieren.	
statistisch zu realisieren als	Kollektiv	Megagröße	Agglomerat
statistische Definition	Gesamtheit von Elementen mit zumindest einem, zumeist zahlreichen (gattungsspezifischen) homogenen Merkmalen, die als Summe gezählter oder gemessener Angaben entsteht.	Komplex summenhaften Charakters, der als additive Zusammensetzung der Mengen- und Wertangaben für ungleichartige Gruppen über Verrechnungseinheiten entsteht.	der durch mehrfach hintereinander geschaltete Operationen auf der Grundlage exakt erhobener oder auch geschätzter Tabellenwerte entsteht.
landwirtschaftliche Beispiele	Viehbestand, Getreideernte	Viehbesatz in Großvieheinheiten	Futteraufwand in Getreideeinheiten, Vieheinheiten

Quelle: ESENWEIN-ROTHE (1976), ergänzt



Zu den Parameter, von denen die bei der Gewinnung von aggregierten Zahlen auftretenden Informations- und Genauigkeitsverluste abhängen, zählen u. a. der Aggregationsumfang (Zahl der zu verschmelzenden Teilgrößen) und die Aggregationstiefe (Zahl der hintereinander geschalteten Rechenoperationen) sowie die Qualität und Verfügbarkeit der statistischen Ausgangsdaten (KANN, 1968). „Wenn für die zu verschmelzenden Teilesamtheiten statistische Reihen vorliegen, die im Wege der Addition oder Multiplikation verbunden werden können, so sind die Verfahren relativ einfach zu lösen“ und die auftretenden Ungenauigkeiten lassen sich abschätzen (ESENWEIN-ROTHE, 1967). Grundsätzliche methodische Schwierigkeiten entstehen bei einem Aggregationsverfahren jedoch dann, wenn zu befürchten ist, dass weder das für die Berechnungen eingesetzte Datenmaterial die in der Praxis beobachteten Verhältnisse zuverlässig repräsentiert, „noch erhebungstechnisch die Kongruenz der zu verschmelzenden Reihenwerte gewährleistet ist“ (ESENWEIN-ROTHE, 1967). Eine steigende Aggregationstiefe führt in den meisten Fällen zu einer sinkenden Zuverlässigkeit, da die zunehmende Verdichtung der Informationen in jeder Rechenstufe einerseits einen Informationsverlust in Kauf nimmt und andererseits unvermeidbare Restfehler in sich birgt, die sich jeweils über den Berechnungsprozess fortsetzen. Es ist somit keinesfalls sicher, dass „bei den sich über mehrere Stufen hinweg erstreckende Umrechnung, die angestrebte Größe wirklich getroffen wird“ (ESENWEIN-ROTHE, 1967; SCHNEEWEISS, 1965). „Mit fachwissenschaftlichem Urteil und Erfahrung“ ist es der „sylleptisch, problembezogenen Wirtschaftsstatistik“ jedoch gelungen Makrogrößen so auszuführen, „dass sie zumindest im zwischenzeitlichen Vergleich aussagefähig sind“ (ESENWEIN-ROTHE, 1967).

KANN (1968) gibt zu bedenken, dass je mehr Bestandteile in ein Aggregat einbezogen werden, um so „weniger spezifisch die darauf aufgebauten Theorien die komplexe Realität erklären“ können, denn „je allgemeiner eine Theorie formuliert werden muß, desto geringer ist ihr Informationsgehalt über einzelne zu beobachtende Fakten.“ „Ihre Erklärungskraft steigt also mit abnehmender und sinkt mit zunehmender Aggregation“ (KANN, 1968). „Bei zu weit gehender Aggregation werden Tatbestände ohne inhaltlichen Zusammenhang verschmolzen, so dass die erzielten Modelle zwar leicht zu behandeln sind, aber, wenn überhaupt, nur geringen Informationswert haben“ (MORGENSTERN, 1965). BESCH und WÖHLKEN (1976) konnten beispielsweise nachweisen,



dass die kompensatorische Wirkung gegenläufiger Preis- und Mengenentwicklungen in großen Aggregaten dazu führen, dass mit steigendem Aggregationsgrad die beobachteten Schwankungen im Zeitverlauf immer geringer ausfallen. „Welcher Aggregationsgrad noch als zulässig angesehen wird, ist operational zu entscheiden, wobei neben den logischen Fragen noch eine Vielzahl anderer Faktoren (gewünschter Genauigkeitsgrad, Kosten der Realisierung) zu berücksichtigen sind“ (KANN, 1968) (VON DER LIPPE, 1990). Aus den verfahrenstechnischen Schwierigkeiten resultiert weiterhin die Gefahr, dass die über Aggregationsverfahren gewonnenen Daten für analytische Verfahren missbräuchlich verwendet werden. Die größten Risiken bestehen nach BOULING (1955) vor allem darin, die Aggregate so zu verwenden als ob sie homogene Größen wären ohne ihre „innere Struktur und Zusammensetzung“ zu beachten. Auch BESCH und WÖHLKEN (1976) beklagen, dass das Bewusstsein über die bei der Aggregation hingenommenen Verzerrungen oftmals in Vergessenheit gerät.

### 2.3 Aggregationsarten

Grundsätzlich können zwei Kategorien von Aggregationsverfahren unterschieden werden:

- Die Aggregation über physische Einheiten als Generalnenner
- Die Aggregation über monetäre Einheiten als Generalnenner

Die beiden Aggregationsverfahren führen zwangsläufig immer dann zu unterschiedlichen Ergebnissen, wenn „entweder gleich beschaffene Produkte preislich differenziert werden oder eine unterschiedliche Beschaffenheit preislich nicht abgestuft honoriert wird“ (BESCH und WÖHLKEN, 1976; HÄFNER, 1978).

Neben einer freien Preisbildung am Markt nennen BESCH und WÖHLKEN (1976) folgende Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, damit es zur gleichen Bewertung der Produkte in physischen und monetären Einheiten kommt.

- „Erfassung der von Produkt zu Produkt, bzw. Produktionszweig zu Produktionszweig unterschiedlichen Input-Outputbeziehungen, insbesondere auch der zwischen Arbeitsaufwand sowie Kapitaleinsatz und Produktionsausstoß



- Erfassung aller ernährungsphysiologisch relevanten Bestandteile der Nahrungsrohstoffe und Nahrungsmittel durch physische Relationen (Eiweiß, Fett, Vitamine, Mineralstoffe,...)
- Alle Produkte werden in getrennten Produktionsprozessen erzeugt, so dass es zu keiner Kuppelproduktion kommt
- es gibt keine Wertschätzung für erzeugnissinhärente Bestandteile, denen kein Produktionsaufwand gegenübersteht (immaterielle Werte)“

Treffen diese Kriterien nicht oder nur teilweise zu, kann es zu beträchtlichen Abweichungen zwischen monetären und physischen Aggregaten kommen. Insbesondere die preislich meist gering bewerteten Koppelprodukte sind in diesem Zusammenhang problematisch zu beurteilen, da sie physisch oftmals gleichberechtigt bewertet werden. Zusammenfassend kommen BESCH und WÖHLKEN (1976) zu dem Schluss, dass monetäre Maßstäbe deutlich zuverlässigere Aussagen ermöglichen, da der Preis durch eine Vielzahl von Aspekten determiniert wird, während physische Einheiten sich i.d.R. auf ein konstitutives Merkmal beschränken.

BESCH und WÖHLKEN (1976) diskutieren anhand von Zeitreihenanalysen und Vergleichen von verschiedenen Verarbeitungsstufen ausführlich die Vor- und Nachteile der monetären und physischen Einheiten. Sie zeigen deutlich, dass es immer dann zu besonders großen Unterschieden kommt, wenn die Eigenschaften des zu bewertenden Produkts von dem als Generalnenner gewählten Merkmal abweichen oder die „über die Verarbeitungskette generierte Wertschöpfung physisch nur über Ausbeutesätze berücksichtigt wird“. Im Fall der Getreideeinheiten mit dem Energiegehalt als Generalnenner trifft dies z.B. für Fleisch als eiweißhaltiges Erzeugnis, für Obst aufgrund des Vitamin- und Mineralstoffgehaltes, besonders aber auf Fett zu, das energetisch sehr hoch bewertet, aufgrund sich wandelnder Verzehrsgewohnheiten preislich aber fortlaufend geringer honoriert wird.

Bei physischen Aggregationen kann hinsichtlich der Berechnungsmethoden zwischen Verfahren unterschieden werden, die auf der Erzeuger- oder Verarbeitungsebene der Rohstoffe ansetzen. Über Ausbeutesätze oder Verwertungsfaktoren wird somit entweder vom Rohstoff auf das Endprodukt hoch oder vom Endprodukt auf die benötigte Rohstoffmenge heruntergerechnet, wobei sich beim letztgenannten Verfahren Zuordnungs-



schwierigkeiten aufgrund vielfach gekoppelter Produktionsprozesse ergeben (z.B. tierische Fette und Fleisch).

## 2.4 Physische Aggregationen in der Landwirtschaft

Aggregationsverfahren verfolgen das Ziel, Informationen als Entscheidungshilfe bereitzustellen, indem sie inhomogene Einzelgrößen harmonisieren und zu einem übergeordneten Komplex, dem Aggregat, vereinigen. Hierbei entstehen immer dann besondere methodische Probleme und Genauigkeitsverluste, wenn

- viele Einzelelemente in das Aggregat einbezogen werden,
- mehrere hintereinander geschaltete Rechenoperationen notwendig sind, um die Einzeldaten zu harmonisieren,
- der gewählte Generalnenner die Eigenschaften der Einzelgrößen unzureichend charakterisiert,
- die Zuverlässigkeit der Ausgangssätze nicht gewährleistet ist oder
- multiple Fragestellungen durch ein universelles Verfahren beantwortet werden sollen.

Für die Landwirtschaft treffen diese sensiblen Kriterien nahezu vollkommen zu, da sie sich durch

- ein sehr vielfältiges Produktionsprogramm,
- einen stark vernetzten und vielfach gekoppelten arbeitsteiligen Produktionsprozess und
- sehr heterogene Betriebs- und Produktionsstrukturen mit vielen Einzelerzeugern

auszeichnet, und die Ergebnisse der Aggregationsverfahren in diversen Fachgebieten, die von steuerlichen Regelungen über Nachhaltigkeitsgedanken bis zur Frage der Ernährungssicherheit und -vorsorge reichen, angewandt werden. Die Beantwortung dieser vielfältigen Fragestellungen mit Hilfe eines Aggregationsmaßstabes erschwert nicht nur die Wahl eines geeigneten Generalnenners über die Maßen, sondern mindert auch die Aussagekraft der Ergebnisse. Bei der Ausgestaltung von Aggregationsverfahren ist daher sorgfältig zwischen hoher Verdichtung und Vereinfachung der Realitäten durch einen hohen Aggregationsgrad und methodischen Schwierigkeiten sowie erwünschter bzw. notwendiger Genauigkeit abzuwägen.



Bezug nehmend auf die Definitionen von ESENWEIN-ROTHER (1976) erfolgt die Berechnung von Getreide- und Vieheinheiten statistisch gesehen als gestaffelter, sylleptischer Prozeß aus Substitution und Konsolidierung zur Bildung physischer Agglomerate. Das Verfahren ist charakterisiert durch ein Konzept, das eine sehr umfassende Aggregation mit hohem Aggregationsgrad auf Basis des Energiegehaltes ermöglicht. Die Fähigkeit als Futtermittel Energie für die Nutztiere bereitzustellen, bildet das gemeinsame konstitutive Merkmal, und als Generalnenner fungiert der Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) ausgedrückt in Megajoule. Die Umrechnung der Energiesummen und -gehalte in eine anschauliche Größe führte zur Integration einer zusätzlichen Bezugseinheit, der heutigen Getreideeinheit (BECKER, 1988a). Der Notwendigkeit, dieses Konzept flexibel auszugestalten, um die Landwirtschaft mit ihren mannigfaltigen landwirtschaftlichen Erzeugnissen, die meist in gestaffelten und vielfach gekoppelten Produktionsprozessen entstehen, hinreichend abbilden zu können, steht das Risiko von Informations- und Genauigkeitsverlusten gegenüber. Diese fallen besonders groß aus, wenn verschiedenartige Produkte über einen Generalnenner zusammengefügt werden, obwohl das konstitutive Merkmal nicht der charakteristischen Eigenschaft aller Einzelelemente entspricht (BESCH und WÖHLKEN, 1976). Hierunter fallen in der Landwirtschaft die durch Substitutionsrechnungen in das System integrierten Erzeugnisse, zu denen die nicht zur Verfütterung vorgesehenen pflanzlichen Erzeugnisse und tierischen Veredelungsprodukte zählen. Neben den pflanzlichen Produkten, wie Wein, Baumschulgewächse, Obst und Gemüse, denen aus logischen Schlüssen traditionell kein ernährungsphysiologischer Futterwert zugeteilt wurde, bilden die zur energetischen Nutzung angebauten Nutzpflanzen eine neue Kategorie. Diesen ursprünglichen Futterpflanzen lässt sich zwar problemlos ein physiologischer Energiewert zuordnen, dieser entspricht aber nicht dem neuem Nutzungscharakter und es ist zu vermuten, dass sich durch eine zunehmende züchterische Bearbeitung dieser Pflanzen die Differenz zwischen Futter- und Energiewert vergrößert. Die auf energetische Gesichtspunkte reduzierte Betrachtung der Veredelungswirtschaft mit dem primären Ziel hochverdauliches tierisches Eiweiß bereitzustellen, führt insofern zu Verzerrungen, als das Eiweiß unbeachtet seiner besonderen Bedeutung für den lebenden Organismus lediglich mit seinem Brennwert beurteilt wird. Die Substitution der tierischen Produkte durch die zu ihrer Erzeugung notwendigen Futtermenge birgt durch die



zahlreichen Rechenoperationen zudem nicht nur die Gefahr einer hohen Fehlerquote, sondern auch von Ungenauigkeiten, die entstehen, wenn sich in Folge des technischen Fortschritts der Futtermittelaufwand reduziert, die Umrechnungskoeffizienten aber nicht fortlaufend an die neuen Gegebenheiten angepasst werden.

Die Forderung, Aggregationsverfahren individuell der jeweiligen Fragestellung „problemadäquat“ auszugestalten, findet methodisch üblicherweise durch die Wahl eines entsprechenden Generalnenners Berücksichtigung. Die unterschiedlichen Zielsetzungen der landwirtschaftlichen Tätigkeiten, z.B. Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln oder Energieträgern, tierische oder pflanzliche Erzeugung, konventionelle oder ökologische Produktion und variierenden Fragestellungen z. B. quantitative, ernährungsphysiologische, energie- oder umweltpolitische, führen in der Konsequenz zur Notwendigkeit unterschiedlicher Aggregationsmaßstäbe.

### 3. Aggregationsschlüssel in der Agrarwirtschaft

Um die Ausrichtung der neu zu gestaltenden Kennzahlenschlüssel zu konkretisieren, ist es erforderlich, die spezifischen Anforderungen an die Kennzahlen zu identifizieren. Hierzu erscheint es sinnvoll, einen Überblick über die mit den Aggregationsschlüsseln verfolgten Ziele und deren aktuelle Anwendungsfelder in der Agrarwirtschaft zu geben. Im folgenden Abschnitt werden daher die Ziele und Hintergründe der verschiedenen Kennzahlen dargestellt.

#### 3.1 Getreideeinheiten

##### **Definition**

Die Getreideeinheit (GE) ist eine Kennzahl, die nach BMELV (2009) „in Abhängigkeit von der Verwendungsstruktur des landwirtschaftlichen Erzeugnisses in der Fütterung das Energieliefervermögen eines Erzeugnisses im Verhältnis zum errechneten Energieliefervermögen von Futtergerste wiedergibt. Die tierischen Erzeugnisse werden nicht nach ihrem eigenen Nettoenergiegehalt, sondern nach dem Nettoenergiegehalt des Futters bewertet, das durchschnittlich zu ihrer Erzeugung notwendig ist.“



## **Zielsetzung**

Der Getreideeinheitenschlüssel wurde während der Notstandszeiten im zweiten Weltkrieg entwickelt und diente im Rahmen eines nationalen Autarkiestrebens sowohl einzelbetrieblich als auch gesamtwirtschaftlich als Schätz- und Optimierungsinstrument zur Maximierung der landwirtschaftlichen Erzeugung (WOERMANN, 1938, 1944; BÖHME, 1943a,b,c; MIELCK, 1943, 1944) . In der Folgezeit hat sich die Zielsetzung im Gleichklang mit der gesellschaftlichen Entwicklung zwar verschoben, die grundlegende Ausrichtung blieb jedoch stets erhalten (PADBERG, 1970; BANTZER, 1970; BESCH und WÖHLKEN, 1976; BECKER, 1988a). So diente der Getreideeinheitenschlüssel zur Dokumentation der landwirtschaftlichen Produktionsleistung, zur Abschätzung der Versorgungslage im Rahmen von Versorgungsbilanzen und Selbstversorgungsgraden oder zur Erfassung und Darstellung von Stoffströmen in der Agrarwirtschaft (BLE, 2008, 2010; BMELV, 2009, 2010).

## **Methodik**

Die Getreideeinheit dient als zusätzliche Bezugseinheit in einem physischen Aggregationsverfahren, die den als Generalnenner gewählten und in Joule berechneten Energiegehalt bzw. Energiebedarf in einer anschaulicheren Größe ausdrückt. Der errechnete Energiegehalt bzw. Energiebedarf wird jeweils ins Verhältnis zu diesem Generalnenner gesetzt. Methodisch zu unterscheiden sind hierbei die pflanzlichen Erzeugnisse, die mit ihrem Energieliefervermögen als Futtermittel in der Tierhaltung und die tierischen Erzeugnisse, die nicht anhand ihres eigenen, sondern anhand des Energiegehaltes des Futters, das zu ihrer Erzeugung notwendig ist, beurteilt werden (BECKER, 1988a; BMELV, 2009). Als Energiebewertungsmaßstab dient derzeit die umsetzbare Energie (ME), die in der international gebräuchlichen Einheit Joule berechnet wird. Die Getreideeinheit (GE) umfasste bis 1988 einen mittleren, aus den vier Hauptgetreidearten Weizen, Roggen, Gerste und Hafer berechneten Energiegehalt von 696 Stärkeeinheiten. Im Rahmen der Überarbeitung des Getreideeinheitenschlüssels im Jahr 1988 wurde Futtergerste mit einem gewichteten Energiegehalt von 12,35 MJ ME als alleinige Bezugsgröße eingeführt, so dass es sich seitdem bei der Getreideeinheit im engeren Sinn um eine Futtergersteneinheit (FGE oder GE) handelt (PADBERG, 1970; BECKER, 1988a). Der gewichtete Energiegehalt wird aus den tierartspezifischen Energiewerten und den Anteilen der Tier-



arten am Futtermittelverbrauch berechnet. Um die nicht direkt zur Verfütterung vorgesehenen pflanzlichen Erzeugnisse wie Obst, Gemüse, Blumen und Ziersträucher oder Wein bewerten zu können, wurden Hilfsrechnungen auf der Basis von Vergleichsfrüchten durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden die zu bewertenden Kulturen anhand von ackerbaulichen und ökonomischen Gesichtspunkten einer von drei Intensitätsstufen mit Referenzerträgen von 135, 65 und 35 dt zugeteilt und anschließend der Ertrag dieser Kultur in Relation zum Referenzertrag gesetzt (BECKER, 1988a).

Eine korrekte Definition müsste daher lauten: Die Getreideeinheit (GE) ist eine Kennzahl, die „in Abhängigkeit von der Verwendungsstruktur des landwirtschaftlichen Erzeugnisses in der Fütterung das Energieliefervermögen eines Erzeugnisses im Verhältnis zum errechneten Energieliefervermögen von Futtergerste wiedergibt. Die tierischen Erzeugnisse werden nicht nach ihrem eigenen Nettoenergiegehalt, sondern nach dem Gehalt umsetzbarer Energie des Futters bewertet, das durchschnittlich zu ihrer Erzeugung notwendig ist.“

$$\text{GE (tierische Erzeugnisse)} = \frac{\text{Energiebedarf je kg Erzeugnis (MJ ME)}}{\text{tierartspezifischer Energiegehalt Gerste (MJ ME)}}$$

$$\text{GE (Futtermittel)} = \frac{\sum (a_{\text{FM}} \cdot x_{\text{FM}})}{\sum (a_{\text{Gerste}} \cdot x_{\text{Gerste}})}$$

a = tierartspezifischer Energiegehalt,

x = Anteil der Tierart am Futtermittelverbrauch

$$\text{GE (andere pflanzliche Erzeugnisse)} = \frac{\text{Referenzertrag (GE)}}{\text{Ertrag der Kultur}}$$

### Anwendungsgebiete

Aus dem Literaturstudium lässt sich ableiten, dass die Getreideeinheit vorrangig die Funktion einer Kalkulations- und Planungsgröße erfüllt. Sie ist Grundlage zahlreicher Statistiken und Schätzverfahren des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und seines Geschäftsbereichs (BLE, 2008, 2010;

BMELV, 2009; 2010). Die Getreideeinheit bietet die Möglichkeit der detaillierten Darstellung des gesamten Futteraufkommens einschließlich nicht marktfähiger bzw. marktgängiger Mengenströme und dessen Verwendung. Dies ermöglicht die Abbildung physischer Stoffflüsse zwischen den Produktionsverfahren und die Darstellung intrasektoraler Vorleistungsverflechtungen. Zusammengefasst dargestellt sind die Ergebnisse dieser Berechnungen u.a. in den Versorgungsbilanzen (BLE, 2010). Neben der administrativen Nutzung wird die Getreideeinheit aber auch als Kalkulationsgröße in verschiedenen wissenschaftlichen Studien z.B. zur Abschätzung des Potenzials und des Flächenbedarfs erneuerbarer Energien oder zur Ermittlung des zukünftigen Nahrungsmittelbedarfes verwendet (DVT, 2010; STÜLPNAGEL et al., 2005; ZEDDIES et al., 2007).

Eine weitere wichtige Funktion erfüllt die Getreideeinheit als harmonisierende Vergleichsgröße. Sie wird verwendet, um die Erträge verschiedener Früchte, Fruchtfolgen, Betriebe oder Regionen gegenüberzustellen umso u.a. Optimierungspotenziale zu identifizieren (HERING, 2007; KLEMM und NEUMANN, 2007).

Die Verwendung als einheitliche Bezugsgröße kann man als dritte Funktion der Getreideeinheit ausmachen. Neben den ökonomischen Berechnungen beispielsweise zu Faktor- und Betriebsmitteleinsätzen, bilden ökologische Fragestellungen einen Schwerpunkt. In dieser Funktion wird die Getreideeinheit in Ökobilanzen verwendet, oder auf ihr basierende Kennzahlen werden als Umweltindikator diskutiert (ARMAN, 2003; FAO, 2003; LÜTKE ENTRUP et al., 2007; KALK et al., 2005).

## 3.2 Vieheinheiten

Bezüglich der Vieheinheiten ist zwischen Großvieheinheiten und den Vieheinheiten nach Steuerrecht (BEWG, 2008; ESTR, 2005) zu unterscheiden. Durch die parallele Existenz beider Schlüssel mit zudem nur geringfügigen Unterschieden sowie der vielfältigen Präsenz zahlreicher modifizierter Vieheinheitenschlüssel (BARTUSSEK, 1999; KTBL, 2005, 2010; VDI, 1986a, b, 2001a, b, 2009; BMU, 2002) (Tab. 2) ist eine nur schwer überschaubare Konstellation entstanden, die in der landwirtschaftlichen Praxis immer wieder Missverständnisse hervorruft (HEIDENREICH, 2005; ECKHOF, 2009).



Tab. 2: Für verschiedene Zwecke verwendete Vieheinheitenschlüssel

Tierart	Tierkategorie	Großvieh- einheiten INVEKOS	Großvieh- einheiten BMELV	Großvieh- einheiten EU	Bewertungs- gesetz Anhang 1
<b>Pferde</b>	Pferde bis 6 Monate	0,5			
	unter 3 Jahre und Kleinpferde	1,0	0,7	0,8	0,7
	drei Jahre und älter	1,0	1,1		1,1
<b>Rinder</b>	Kälber und Jungvieh unter 1 Jahr	0,3	0,3	0,4	0,3
	Jungvieh 1-2 Jahre	0,6	0,7	0,7	0,7
	Färsen älter 2 Jahre	1,0	1,0	0,8	1,0
	Masttiere mit Mastdauer < 1 Jahr			1,0	
	Masttiere mit Mastdauer > 1 Jahr			„andere	
	Milchkühe (incl. Mutterkühe mit Kälbern)			Kühe“ 0,8	
	Zuchtbullen, Zugochsen	1,0			1,2
<b>Schweine</b>	Zuchtschweine (incl. Jungzuchttiere über 90 kg)	0,3	0,3	0,5	0,33
	Ferkel bis 20 kg	0,02	0,02	0,027	0,02
	Jungschweine bis 50 kg	0,06	0,06	0,3	0,06
	Mastschweine ab 50 kg	0,16	0,16		0,16
<b>Schafe</b>	Schafe unter 1 Jahr incl. Lämmer	0,05	0,05	0,1	0,05
	Schafe über ein Jahr	0,1	0,1		0,1
	Mutterschafe	0,15			
<b>Ziegen</b>		0,15	0,08	0,1	0,08
<b>Lamas</b>		0,1			
<b>Alpakas</b>		0,08			
<b>Damtiere</b>	Damtiere unter 1 Jahr	0,04			
	Damtiere über 1 Jahr	0,08			
<b>Geflügel</b>	Legehennen (incl. normale Aufzucht zur Bestandsergänzung)	0,004	0,004	0,014	0,02
	Legehennen aus zugekauften Jung- hennen				0,0017
	Zuchtputen -enten -gänse			0,03	0,04
	Jungmasthühner unter 6 Durchgän- gen, schwere Tiere			0,007	0,0017
	Jungmasthühner über 6 Durchgän- gen, leichte Tiere				
	Junghennen			0,014	0,0017
	Mastenten			0,03	0,0033
	Mastputen aus selbst erzeugten Jungtieren				0,0067
	Mastputen aus zugekauften Jungtie- ren				
	Jungputen bis 8 Wo.				
	Mastgänse				
<b>Kaninchen</b>	Zucht- und Angorakaninchen	0,004		0,02	
	Mastkaninchen	0,004			

Quelle: BEWG (2008), BMELV (2009), EU (2009)