

Tabelle 1: Bewertung einzelner Bilanzglieder oder Parameter für den ökologischen Landbau in einer Bilanzierung

Bilanzglieder/ Parameter	Bedeutung	Berechnungs- od. Schätzsicherheit	Erläuterungen
Legume N-Bindung:	- hoch	- gering bis mittel	- zum Teil hohe Fruchtfolgeanteile durch Leguminosenanbau - wichtig für die N-Bilanz, da entscheidende N-Zufuhr für Ökobetriebe
Nährstoffentzug im Erntegut: - Ertragsniveau	- hoch	- mittel	- keine Wägung, geringe Kenntnisse in der Schätzung der Ertragsmengen (vorrangig im Feldfutterbau)
- Nährstoffgehalte	- mittel	- mittel	- standort- und bewirtschaftungsbezogene Nährstoffgehalte der Kulturen liegen nicht vor
Wirtschaftsdünger: - Anfall	- hoch	- gering	- Haupteinflussfaktoren sind Fütterung, Haltung und Lagerung
- N-Verluste	- hoch	- gering	- diese Faktoren können im Ökolandbau aufgrund anderer Fütterungs- und Haltungsbedingungen sehr stark abweichen
- Nährstoffgehalte	- hoch	- gering	- es liegen keine umfangreichen Ergebnisse aus der Ökolandbaupraxis vor

Quelle: eigene Erstellung unter Einbeziehung von STEIN-BACHINGER et al. (2004)

In einer speziellen Broschüre sind entsprechende Datenbanken sowie Hilfestellungen zur Schätzung von Erträgen, der Leguminen N-Bindung und viele weitere Hinweise enthalten:

http://www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/5_6139.htm

3 Nutzung von PC-Programmen

Grundsätzlich ist es möglich, die hier beschriebenen Formen der Nährstoffbilanzierung „von Hand“ durchzuführen. Bei umfangreichen Arbeiten zur Bilanzierung kann der Aufwand hierfür allerdings erheblich sein. Darüber hinaus ist die elektronische Datenerfassung in vielen Betrieben bereits eine weit verbreitete Praxis. Daher bietet es sich an, auch unter Nutzung der elektronischen Datenaufzeichnungen, den **Personalcomputer** (PC) für die Anwendung der Nährstoffbilanzierung zu verwenden.

Entsprechende Anwendungsverfahren zur Nährstoffbilanzierung wurden von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) auf der Grundlage langjähriger Erfahrungen beim Einsatz des Programms BEFU („Bestandesführung“) in der landwirtschaftlichen Praxis und umfangreicher Datenauswertungen aus dem ökologischen Landbau erstellt. Das **BEFU-Programm**, einschließlich der Programmmodule für den ökologischen Landbau, kann aus dem Internet heruntergeladen werden: <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/befu/>

Vor der Installation ist die Angabe der Anschrift und der E-Mail-Adresse des Nutzers erforderlich. Ebenso werden unter dieser Internet-Adresse zur PC-Nutzung Installationshinweise, Anleitungen zum gesamten BEFU-Programm und Hinweise zur Datensicherung zur Verfügung gestellt, die als **PDF-Dokumente** heruntergeladen werden können. In der oben angegebenen **Broschüre** werden zudem alle Module des Programmteils für den ökologischen Landbau dargestellt. In diesen Modulen sind bisher keine länderspezifischen Daten oder Parameter hinterlegt. Daher steht die Nutzung für alle Regionen Mitteleuropas gleichermaßen zur Verfügung.

4 Schlagbilanz

Schlagbilanzen stellen die kleinste Bezugsebene dar, um die Nährstoffsituation feldbezogen für jede Kultur oder über eine Fruchtfolgerotation zu erfassen. Als Voraussetzung hierfür müssen jedoch schlagbezogene Aufzeichnungen vorliegen, die durch das in der Praxis übliche Führen von **Schlagkarteien** gewährleistet werden.

Bei der Nährstoffbilanzierung ist insbesondere die Erfassung des **Stickstoffhaushaltes** auf Grund seiner Wichtigkeit für die landwirtschaftliche Produktivität und dessen Umweltrelevanz von Bedeutung. Deshalb wurden in der Schlagbilanz zwei **Bilanzierungsformen** entwickelt. Eine leicht handhabbare **Kurzfassung** und eine **erweiterte Fassung** als vollständige Bilanzierung nach dem Bruttobilanzierungsprinzip (PARCOM-Richtlinie). Diese Berechnungsgrundlage setzt aber eine weitergehende Dateneingabe des Nutzers voraus (Tab. 2).

Tabelle 2: Stickstoff-Bilanzierung nach Kurz- und erweiterter Fassung auf Schlagebene

	Kurzfassung	Erweiterte Fassung
N-Zufuhr		
N-Düngung (organisch):	Düngermenge x N-Gehalt mit Abzug von Ausbringungsverlusten	Düngermenge x N-Gehalt mit Ausweisung von Ausbringungsverlusten (wählbar)
legume N-Bindung:	Berechnung der legumen N-Bindung mit einfachen Gleichungen	Berechnung der legumen N-Bindung unter Einbeziehung weiterer wichtiger Parameter mit komplexen Gleichungen
asymbiotische N-Bindung:	--	10 kg N/ha
Saat-/Pflanzgut-N:	--	Saat-/Pflanzgutmenge x N-Gehalt Saat-/Pflanzgut
N-Deposition (gesamt):	--	30 kg N/ha (für Sachsen)
N-Abfuhr		
Ernteprodukte:	Ertragsmenge x N-Gehalt pflanzlicher Produkte je nach Fruchtart oder Artengruppe	Ertragsmenge x N-Gehalt pflanzlicher Produkte je nach Fruchtart differenziert nach Erntezeitpunkt sowie Ertragsverteilung
N-Saldo		
Nährstoffmenge je Bezugseinheit:	Nährstoffvergleich	Brutto-Saldo Summe aus: Nitratauswaschung, NH₃-Verluste (extra ausgewiesen), Denitrifikation, Bodenvorratsänderung

4.1 Kurzfassung

Die Nährstoffströme von N/P/K/Mg werden je Schlageinheit von folgenden **Bilanzgliedern** erfasst (Abb. 1).

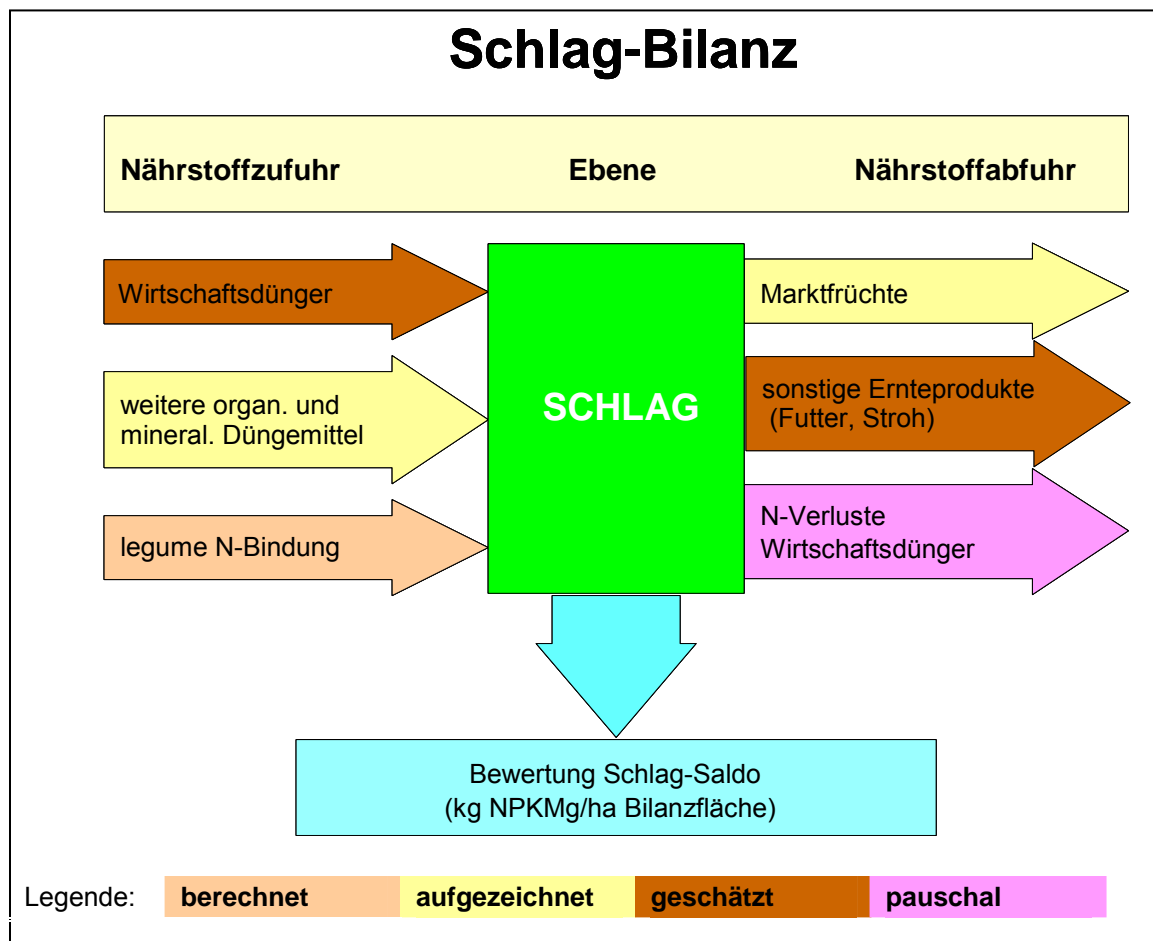


Abbildung 1: Schlagbilanz (Kurzfassung)

Die Wirtschaftsdünger und sonstige im ökologischen Landbau einsetzbaren organischen und mineralischen Dünger werden als **Nährstoffzufuhr** angerechnet. Zur Stickstoffbilanzierung zählt auch die Berechnung der legumenen N-Bindung. Auf der **Entzugsseite** werden die Erntemengen der pflanzlichen Produkte ausgewiesen. Zur Berechnung des Nährstoffentzugs ist vor allem eine richtige Erfassung der Erträge im Futterbau wichtig.

Als Ertragsangabe muss der **Nettoertrag** eingegeben werden. Insbesondere bei den Futterpflanzen müssen daher spezielle Werbungs- und Ernteverluste berücksichtigt werden, die durch die unterschiedlichen Nutzungsvarianten (Silage, Heu, Mulchen) auftreten. N-Verluste (**Ausbringungsverluste**) werden von den Nährstoffzufuhren aus Wirtschaftsdüngern abgezogen.

Nach der Düngeverordnung (DüV) ist ein Nährstoffvergleich in Form einer **aggregierten Schlagbilanz**, d. h. einer Berechnung aller Schläge des Betriebes mit der jeweiligen Flächenangabe, anwendbar (siehe Kap. 5).

4.2 Erweiterte Fassung

Die erweiterte Fassung der Schlagbilanz erfolgt nach dem **Bruttosaldierungsprinzip**. Hierbei wird eine möglichst vollständige Erfassung der **Stickstoffströme** mittels berechneter oder geschätzter Bilanzglieder verfolgt. Es werden bestimmte zusätzliche Bilanzgrößen angerechnet bzw. ausgewiesen (Abb. 2).

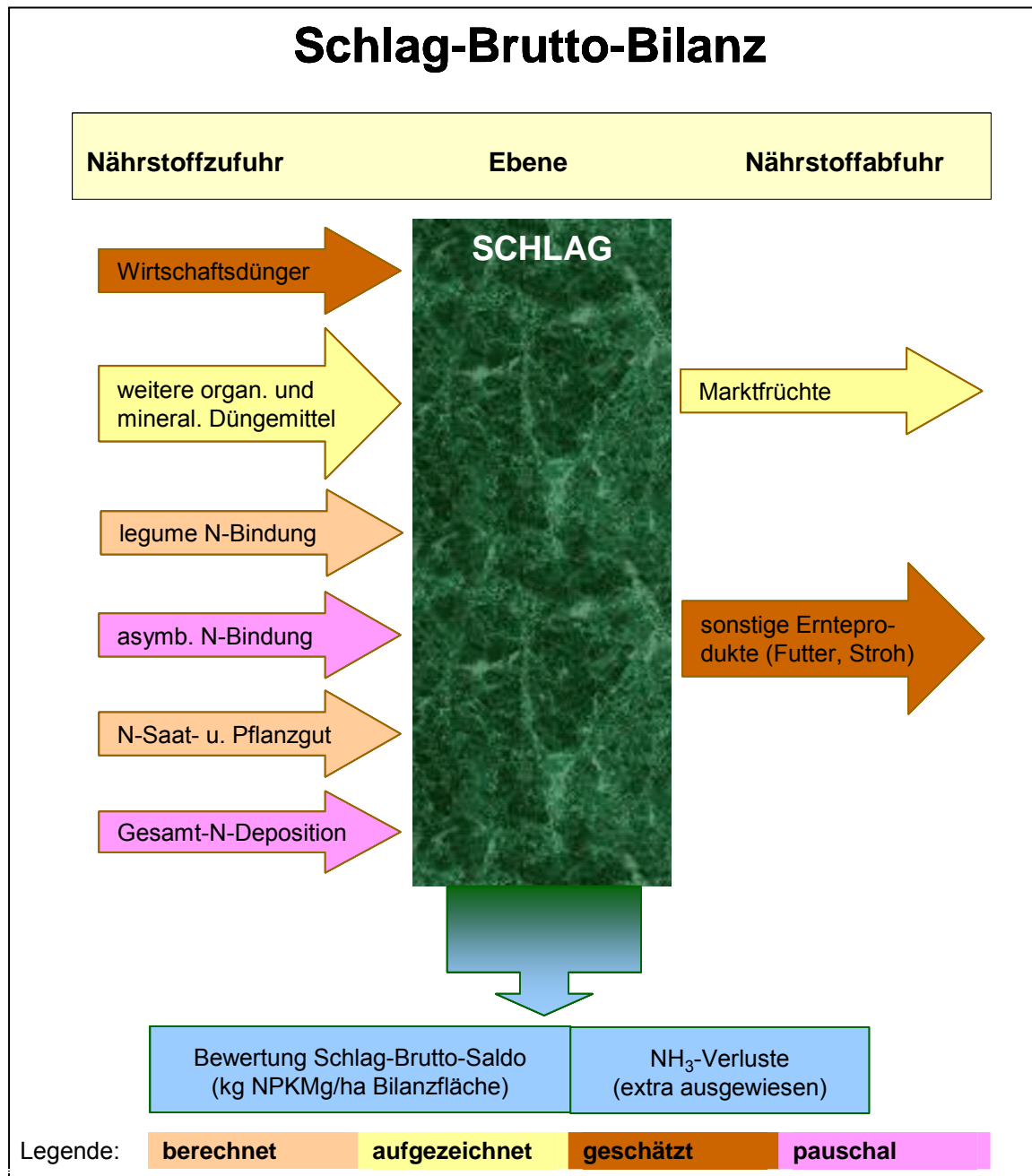


Abbildung 2: Schlag-Brutto-Bilanz der erweiterten Fassung

Die **N-Entzüge** sollten je nach Kulturart und Erntezeitpunkt des jeweiligen Aufwuchses differenziert erfasst werden. Hierdurch können die Berechnungsgrundlagen insbesondere im Futterbau und beim Grünland für die N-Entzüge ebenso wie für die legume N-Bindung praxisentsprechender gestaltet und die Berechnungsgenauigkeit verbessert werden.

Bei den Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft werden auftretende Ausbringungsverluste nicht pauschal abgezogen. Die Nährstoffzufuhr wird im vollen Umfang berechnet und die auftretenden Ausbringungsverluste werden gesondert im N-Saldo ausgewiesen. Die Höhe an **Ammoniakverlusten** sollte durch eine Abstufung von günstigen bis ungünstigen Ausbringungsbedingungen differenziert werden. Bei gemulchten Pflanzenbeständen sollten die dabei auftretenden Ammoniakverluste unter Beachtung der vorherrschenden Wetterbedingungen ebenfalls erfasst und im N-Saldo ausgewiesen werden.

Die N-Einträge aus der Luft (**Gesamt-N-Deposition**) werden als N-Zufuhr mit berücksichtigt. Für das Land Sachsen kann nach aktuellem Stand ein Wert von 30 kg N/ha veranschlagt werden. Weiterhin sollte die **asymbiotische N-Bindung** in Höhe von 10 kg N/ha angerechnet werden. Der N-Eintrag über das **Saat- und Pflanzgut** ist ebenfalls als Zufuhr zu berücksichtigen.

Nach Verrechnung der Nährstoffzu- mit den -abfuhr stellt der **N-Saldo in der erweiterten Fassung** die Summe aller erfassbaren Verlustquellen und die Bodenvorratsänderung dar. Aus diesen N-Salden können **vertiefte Informationen zum Stickstoffhaushalt** in einer Fruchtfolge abgelesen werden. Hohe Nährstoffüberschüsse oder deutlich negative Salden können auf einen Handlungsbedarf im Nährstoffmanagement hinweisen. Hohe Werte in den ausgewiesenen NH₃-Verlusten können auf potenziell vermeidbare N-Verluste bei der Ausbringung von organischen Düngemitteln, der Mulchung von Pflanzenbeständen und beim Weidegang der Nutztiere hindeuten.

5 Flächenbilanz

Die **Flächenbilanz Betrieb** ist eine Form des Nährstoffvergleichs, die den Vorgaben der DüV (§ 5) entspricht.

Ein **Nährstoffvergleich** ist eine vereinfachte Nährstoffbilanz, die auf eine bestimmte Bezugsebene und einen Zeitraum festgelegt ist. Nach der DüV ist ein jährlicher betrieblicher Nährstoffvergleich für N und P auf der Ebene einer Flächenbilanz oder aggregierten Schlagbilanz für jeden Schlag oder Bewirtschaftungseinheit vorgeschrieben und zu einem fortlaufend mehrjährigen Nährstoffvergleich zusammenzufassen. Der jährliche Nährstoffvergleich muss die Salden aller Schläge im Mittel von 3 Jahren (zwei Vorjahre und Düngejahr) beinhalten.

Es müssen alle Gaben von **wesentlichen Nährstoffmengen** an N und P von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln bilanziert werden. Wesentliche Nährstoffmengen entsprechen zugeführten Mengen von >50 kg Gesamt-N sowie 30 kg P₂O₅/ha und Jahr.

Die umfassenden Regelungen des Nährstoffvergleichs gemäß der DüV können unter folgender Internet-Adresse eingesehen werden: <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfi/befu/> → Umsetzung der Düngeverordnung.

Bilanziert wird der Nährstofffluss zur und von der **Gesamtbetriebsfläche**. Dabei werden auf der **Zufuhrseite** die von außen zugeführten Nährstoffe (Zukauf-Düngemittel, legume N-Bindung) und der Anfall an Nährstoffen aus der Tierhaltung über die Erfassung der Nährstoffausscheidungen berücksichtigt. Auf der **Abfuhrseite** werden alle pflanzlichen Produkte (auch bei innerbetrieblicher Verwendung) sowie der Verkauf von organischen Düngemitteln und die NH₃-Verluste (pauschal) als Nährstoffentzug erfasst (Abb. 3).

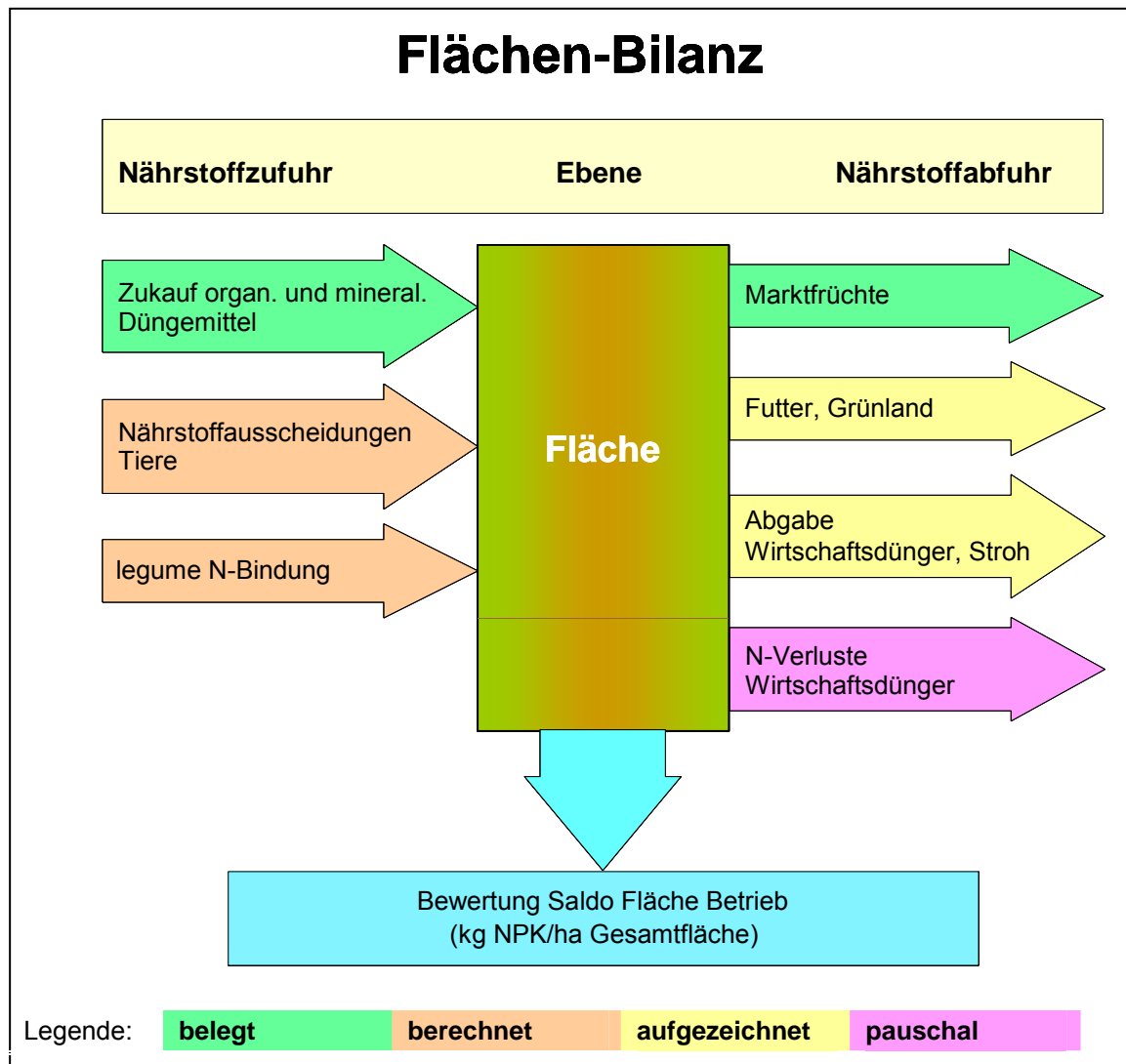


Abbildung 3: Flächenbilanz

Der Wirtschaftsdüngeranfall aus der Tierhaltung wird auf Basis der **Nährstoffausscheidungen der Tiere** berechnet. Bei bestimmten Tierarten können die Nährstoffgehalte nach Leistungsgruppen differenziert werden. Über die Angabe der belegten Stallplätze und der Stall- und/oder Weidetage wird der Nährstoffanfall nach Abzug der festgelegten Mindestwerte an Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverlusten ausgewiesen. Die Berechnung kann über die differenzierte Angabe der Belegung der Tiergruppierungen oder über einen Durchschnittstierbestand über das Jahr erfolgen.

Die **legume N-Bindung** wird über die Angabe der Erträge verrechnet. Hierfür können die N-Bindungsgleichungen der Schlagbilanzierung der Kurzfassung Verwendung finden. Die Kulturartenliste sowie deren Nährstoffgehalte sollen der Datenbank aus dem ökologischen Anbau entsprechen. Sämtliche Ernteprodukte, gleich ob es sich um Marktfrüchte oder für den innerbetrieblichen Gebrauch (Futterpflanzen) handelt, werden auf der Abfuhrseite aufgelistet. Nach **Saldierung** der Zufuhr- und Abfuhrseite ergibt sich ein Nährstoffsaldo (kg NPK/ha) für den Betrieb.

6 Hoftor-Bilanz

6.1 Kurzfassung

Als eine gut handhabbare Bilanzierungsform gilt nach wie vor die Hoftorbilanz (Abb. 4). Sie bietet auf Grund ihrer **hohen Datenqualität** (Belege von Zu- und Verkäufen) gesicherte Aussagen und wird zur Erstellung von **Betriebsvergleichen** sowie von regionalen und nationalen Bilanzen verwendet. Werden auf der Zufuhr- und Abfuhrseite nur die Pfade ausgefüllt, die die Tierhaltung des Betriebes betreffen, so kann eine **Stallbilanz** berechnet werden. Der ermittelte Saldo stellt hierbei die Nährstoffausscheidungen dar. Zu berücksichtigen sind Änderungen des Tierbestandes und der Lagerungskapazitäten im Untersuchungszeitraum.

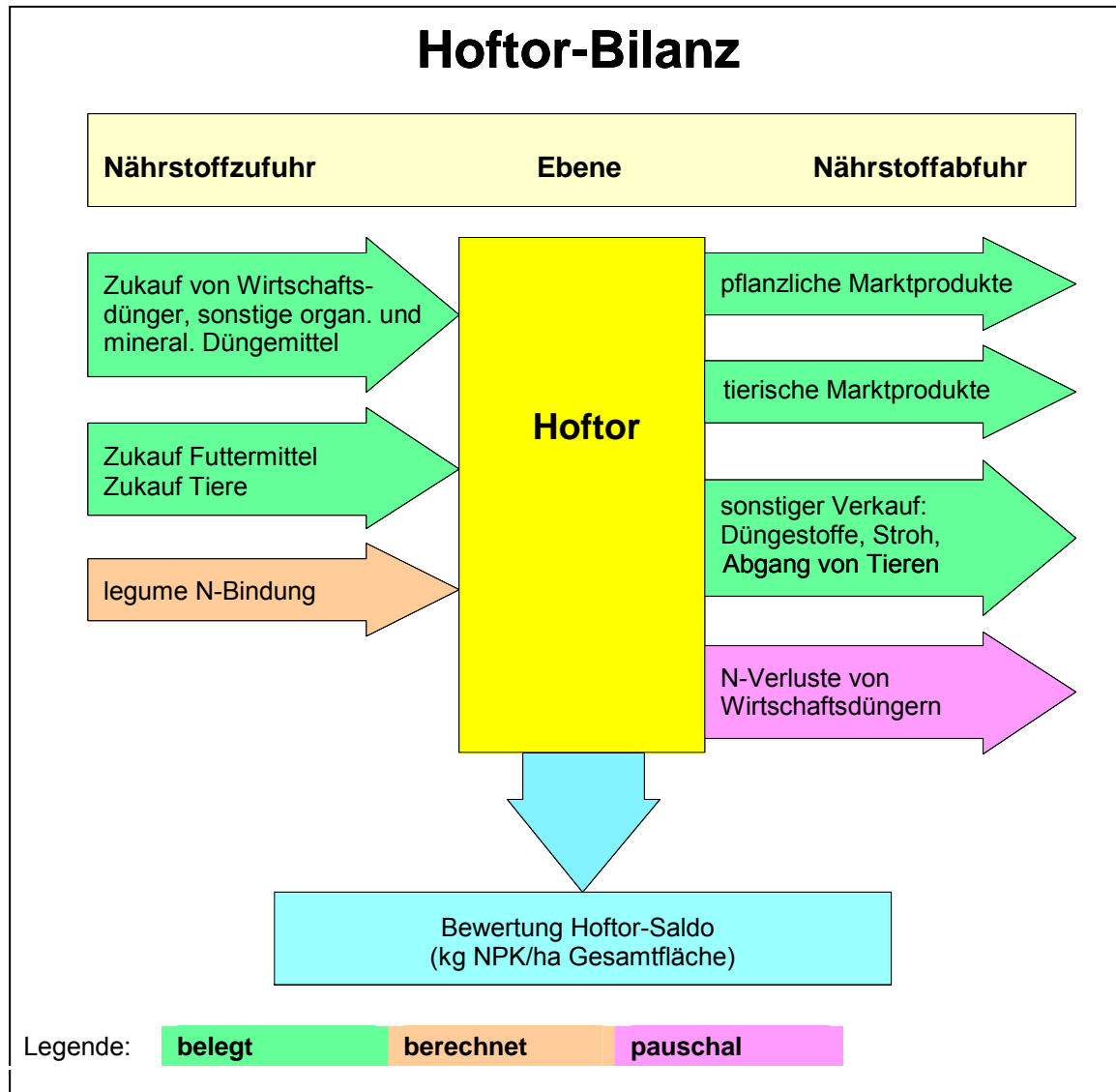


Abbildung 4: Hoftor-Bilanz (Kurzfassung)

6.2 Erweiterte Fassung

In Ergänzung zur Kurzfassung werden bei der **Hoftor-Brutto-Bilanz** auf der Seite der **Zufuhren** auch die asymbiotische N-Bindung, der Zukauf an Saat- und Pflanzgut sowie die N-Deposition (Netto) berücksichtigt. Auf der **Abfuhrseite** werden die N-Verluste der tierischen Ausscheidungen aus Stall, Lagerung und Ausbringung erfasst und extra ausgewiesen (Abb. 5).

Die Anrechnung der auftretenden N-Verluste aus Stall-, Lagerung und Ausbringung (sowie komplementär hierzu die Netto-Deposition) können verändert werden. Bei einem 100%igen Verlust verlassen die gesamten **NH₃-Verluste** die zu bilanzierende Fläche und werden daher bei der Saldierung vollständig abgezogen (z.B. landwirtschaftlicher Betrieb). Je größer die zu bewertende Flächeneinheit ist, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Teil oder die gesamten ausgewiesenen NH₃-Verluste auf diese Fläche wieder eingetragen werden. Entsprechend des angenommenen Verlustanteils sollte daher bei großen Flächeneinheiten (z.B. Sachsen) eine 100%ige Anrechnung erfolgen. In der überarbeiteten Version des BEFU-Programms können die voreingestellten Werte dieser Bilanzparameter verändert werden, so dass sowohl eine Hoftorbilanz entsprechend einer Kurzfassung als auch verschiedene erweiterte Formen einer Bruttobilanzierung möglich sind.

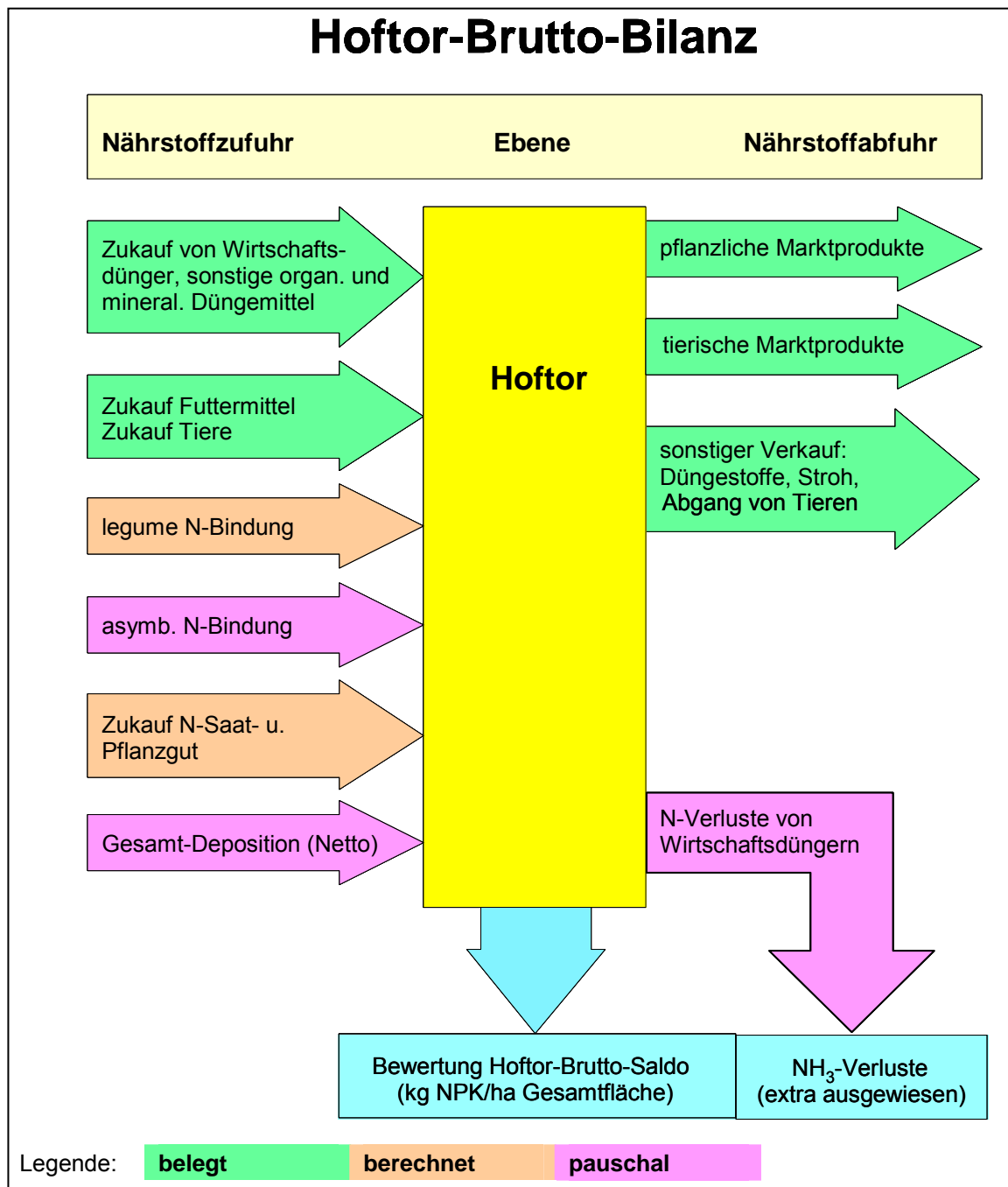


Abbildung 5: Hofor-Brutto-Bilanz

7 Entscheidungshilfen für die Auswahl der Nährstoffbilanzierungsform

Werden Nährstoffbilanzen vorrangig als **Beratungsinstrument** zur Betriebs- und Fruchtfolgeplanung eingesetzt, sollte ein hoher Anspruch auf systementsprechende **Datengrundlagen** und auch auf eine möglichst vollständige Erfassung von Nährstoffein- und -austrägen gestellt werden. Dabei wird dem **Stickstoff** aufgrund seiner Dynamik und Umweltrelevanz auf der Eintrags- und Verlustseite eine besondere Bedeutung zugesprochen. In der Nährstoffbilanzierung des ökologischen Landbaus sollte auf eine genaue Erfassung der häufigsten Formen der Stickstoffquellen (legume N-Bindung und organische Düngung) Wert gelegt werden. Häufig ist eine **Vergleichbarkeit** der Bilanzergebnisse (Salden) aufgrund methodisch bedingter Unterschiede nach den Bilanzformen nicht gegeben, da insbesondere bei den N-Salden die N-Einträge oder -Verluste unterschiedlich angesetzt oder teilweise nicht berücksichtigt werden. Einen Überblick über die zur Auswahl stehenden Bilanzformen gibt Tabelle 3.

Tabelle 3: Einordnung der Bilanzformen nach ihrer Anwendbarkeit

Bilanzform	Ergebnis/Aussagefähigkeit	Anwendung
Hoftor	<ul style="list-style-type: none"> - hohe Datenqualität aufgrund der Belegbarkeit - Überprüfung der Düngungsintensität auf Betriebsebene - keine Vollwertigkeit aufgrund des Fehlens von Bilanzgliedern 	<ul style="list-style-type: none"> - Bilanzierungen auf Betriebs-, sektoraler, regionaler und nationaler Ebene - für Betriebsvergleiche - für agrarpolitische und administrative Verwendung
Hoftor (Brutto)	<ul style="list-style-type: none"> - wie bei Hoftor, mit erweiterter Erfassung von Bilanzgliedern - Vollwertigkeit aufgrund Bruttobilanzierung 	<ul style="list-style-type: none"> - wie bei Hoftor, sehr hoher Informationsgehalt - Beratungsinstrument zur Bewertung von Betriebssystemen und zur Betriebsplanung - zur Umweltsicherung
Schlag	<ul style="list-style-type: none"> - detaillierte Erfassung pro Schlag - Unsicherheiten aufgrund der häufigen Schätzgrößen, insbesondere bei tierhaltenden Betrieben (Futterabfuhr, Wirtschaftsdünger) - keine Vollwertigkeit aufgrund des Fehlens von Bilanzgliedern 	<ul style="list-style-type: none"> - hoher Informationsgehalt zum Nährstoffmanagement - Instrument zur Fruchtfolge- und Düngeplanung - Szenarienrechnungen
Schlag (Brutto)	<ul style="list-style-type: none"> - wie bei Schlagbilanz, jedoch erweiterte und detailliertere Erfassung von Schätzgrößen u. a. Bilanzgliedern - Vollwertigkeit aufgrund Bruttobilanzierung 	<ul style="list-style-type: none"> - detaillierter, sehr hoher Informationsgehalt - Beratungsinstrument zur Einschätzung von Bodenfruchtbarkeit, Nachhaltigkeit und Umweltschutz (auch administrativ) - Einsatz bei Bewertung von Betriebssystemen, bei der Betriebsplanung
Flächenbilanz	<ul style="list-style-type: none"> - gesetzliche Ebene mit bundeseinheitlichen Richtwerten (Nährstoffausscheidungen der Tiere, evtl. N-Gehalte der Kulturen) - keine Vollwertigkeit aufgrund des Fehlens von Bilanzgliedern 	<ul style="list-style-type: none"> - zur Erfüllung der DüV vorgeschrieben - Erfassung des Wirtschaftsdüngeranfalls

Bei einer **Düngungs- und Fruchtfolgeplanung** ist eine Schlagbilanz sinnvoll. Als Voraussetzung hierfür müssen schlagbezogene Aufzeichnungen vorliegen (Schlagkarteien). Zur **Beurteilung des betrieblichen Durchschnitts** sind Hoftor- und Flächenbilanzen von Vorteil. Die Flächenbilanz heute in Form des **Nährstoffvergleichs** genutzt (DüV). Bilanziert wird der Nährstofffluss zur und von der Gesamtbetriebsfläche. Die Hoftorbilanz bietet auf Grund ihrer hohen Datenqualität (Belege von

Zu- und Verkäufen) gesicherte Aussagen und wird zur Erstellung von **Betriebsbilanzen** verwendet. Werden nur die Pfade der **Tierhaltung** des Betriebes betrachtet, so kann eine Stallbilanz berechnet werden.

Auch bei **Szenarienrechnungen** (z.B. Vergleich von Anbausystemen, Düngungsstrategien, Fruchtfolgen etc.) können bestimmte Bilanzglieder der Zufuhr und/oder Abfuhr, die für alle gewählten Bedingungen gleichgroß bleiben, aus der Bilanzierung herausgelassen werden. Für diese Fragestellungen eignen sich daher die vorgestellten **Kurzfassungen** sehr gut. Für die **Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit, Nachhaltigkeit** sowie auch zur Ermittlung der **Umweltverträglichkeit** einzelner Schläge oder des Betriebes sind demgegenüber möglichst vollständige Bilanzierungen nach den erweiterten Fassungen durchzuführen (**Brutto-Bilanzierung**).