

# Inhaltsverzeichnis

Seite

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	4
<b>2</b>	<b>Aufgaben und Ziele der Düngung</b> .....	4
<b>3</b>	<b>Düngungsnormen</b> .....	6
3.1	Ackerbau .....	7
3.2	Beziehung zwischen Nährstoffentzug und Düngungsnorm für Phosphor, Kalium und Magnesium .....	12
3.3	Futterbau .....	14
<b>4</b>	<b>Bodenanalysen und deren Interpretation</b> .....	19
<b>5</b>	<b>Pflanzenanalyse</b> .....	23
<b>6</b>	<b>Phosphor-, Kalium- und Magnesiumdüngung</b> .....	24
6.1	Korrektur der Phosphor- und Kalium-Düngung aufgrund der CO <sub>2</sub> -Methode .....	25
6.2	Korrektur der Magnesium-Düngung aufgrund der CaCl <sub>2</sub> -Methode .....	28
6.3	Korrektur der Phosphor-, Kalium- und Magnesium-Düngung aufgrund der Ammoniumacetat+EDTA-Methode (AAE10) .....	28
6.4	Spezielle Hinweise zum Einsatz von Phosphor-, Kalium- und Magnesiumdüngern .....	31
<b>7</b>	<b>Stickstoffdüngung</b> .....	32
7.1	Ackerbau .....	33
7.1.1	Korrektur der Stickstoffdüngung in Abhängigkeit des Ertrages .....	35
7.1.2	Methode der korrigierten Normen (Schätzmethode) .....	36
7.1.3	Bestimmung des Mineralstickstoffgehaltes des Bodens (N <sub>min</sub> -Methode) .....	38
7.1.4	Ergänzende und andere Methoden .....	40
7.1.5	Aufteilung der Stickstoffdüngung und Höchstmengen .....	40
7.2	Futterbau .....	42
<b>8</b>	<b>Kalkdüngung</b> .....	44
8.1	Ackerbau .....	46
8.2	Futterbau .....	46
<b>9</b>	<b>Düngung mit Schwefel und Spurenelementen</b> .....	47
9.1	Schwefel .....	47
9.1.1	Vorgehen zur Abschätzung des Risikos von Schwefelmangel .....	47
9.1.2	Form und Zeitpunkt der Schwefeldüngung .....	48
9.2	Bor, Mangan und andere Mikronährstoffe .....	48
<b>10</b>	<b>Ernterückstände</b> .....	49
<b>11</b>	<b>Hofdünger</b> .....	50
11.1	Anfall und Nährstoffgehalte .....	51
11.1.1	Nährstoffausscheidungen der Nutztiere .....	51
11.1.2	Gülle- und Mistanfall .....	55
11.1.3	Nährstoffgehalte von Hofdüngern .....	57
11.2	Aufbereitung der Hofdünger .....	58
11.3	Verfügbarkeit des Stickstoffs in den Hofdüngern .....	59
11.4	Einsatz der Hofdünger .....	60
11.4.1	Anwendungszeitpunkt von Gülle und Mist .....	60
11.4.2	Kriterien zur Bemessung der Hofdüngergaben .....	60

<b>12</b>	<b>Recyclingdünger</b> .....	62
	12.1 Nährstoffgehalte der Recyclingdünger .....	62
	12.2 Hinweis für den Einsatz von Gärgut .....	62
	12.3 Gesetzliche Einschränkungen bei der Ausbringung von Recyclingdüngern .....	64
<b>13</b>	<b>Pflanzenernährung im biologischen Landbau</b> .....	64
	13.1 Stickstoffdüngung .....	64
	13.2 Phosphor- und Kaliumdüngung .....	65
<b>14</b>	<b>Düngung und Umwelt</b> .....	66
	14.1 Die Düngung als Teil des Nährstoffkreislaufs .....	67
	14.2 Potenzielle Umweltgefährdung der Dünger und deren Eignung für eine gezielte, umweltschonende und wirtschaftliche Düngung im Überblick .....	67
	14.3 Massnahmen zur Verhinderung von Nährstoffverlusten .....	68
	14.3.1 Versickerung und Auswaschung .....	69
	14.3.2 Oberflächenabfluss und Abschwemmung .....	69
	14.3.3 Ammoniakverflüchtigung .....	70
	14.4 Folgen einer Überdüngung .....	71
	14.5 Schadstoffe und Krankheitserreger .....	71
	14.6 Zusammenfassende Empfehlungen für eine umweltschonende Düngung .....	71
<b>15</b>	<b>Düngung und Qualität</b> .....	72
	15.1 Getreide .....	73
	15.1.1 Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Qualität von Brotgetreide .....	73
	15.1.2 Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Qualität von Biskuitweizen .....	73
	15.1.3 Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Qualität von Futtergetreide .....	74
	15.2 Ölpflanzen .....	74
	15.2.1 Einfluss der Stickstoff- und Schwefeldüngung auf den Gehalt und die Zusammensetzung des Öls .....	74
	15.2.2 Einfluss der Schwefeldüngung auf den Glukosinolatgehalt .....	75
	15.3 Kartoffeln .....	75
	15.4 Zuckerrüben .....	76
<b>16</b>	<b>Düngung in der Praxis</b> .....	77
	16.1 Düngungsplan .....	77
	16.2 Möglichkeiten zur Reduktion der Stickstoff-Düngung und zum Verzicht auf die Phosphor-, Kalium- und Magnesium-Düngung .....	78
	16.3 Wahl der Dünger .....	80
	16.4 Fruchtfolgedüngung .....	80
	16.5 Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Methoden der Nährstoffbilanzierung .....	80
<b>17</b>	<b>Ausbringtechnik bei Mineral-, Hof- und Recyclingdüngern</b> .....	81
<b>18</b>	<b>Literatur</b> .....	86
<b>19</b>	<b>Anhang</b> .....	87
	19.1 Eigenschaften verschiedener Nährstoffformen und Dünger .....	87
	19.2 Nährstoffgehalte pflanzlicher und tierischer Produkte .....	89
	19.3 Faktoren zur Umrechnung verschiedener Nährstoffformen .....	93
	19.4 Gesetze und Verordnungen zum Handel und Einsatz der Dünger .....	95

## 1. Einleitung

Die «Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau» werden regelmässig überarbeitet. Damit wird neuen Versuchsergebnissen, Erfahrungen und der Notwendigkeit, bestimmte Normen periodisch zu aktualisieren, Rechnung getragen. Als Grundlage dienen auch die Resultate früherer Versuchs- und Forschungstätigkeiten, die einer erneuten kritischen Auswertung unterzogen werden.

Das Dokument dient in erster Linie der landwirtschaftlichen Beratung, aber auch dem Bauern und der Bäuerin, zur Entscheidungsfindung bei praktischen Düngungsfragen.

Der Weiterentwicklung von Produktionstechnik und -verfahren sowie die Diversifizierung in der Landwirtschaft führt dazu, dass mit Hilfe dieses Dokumentes nie alle Fragen beantwortet werden können. Bei Unsicherheiten ist gemeinsam mit der Beratung oder mit den Forschungsanstalten nach Lösungen zu suchen.

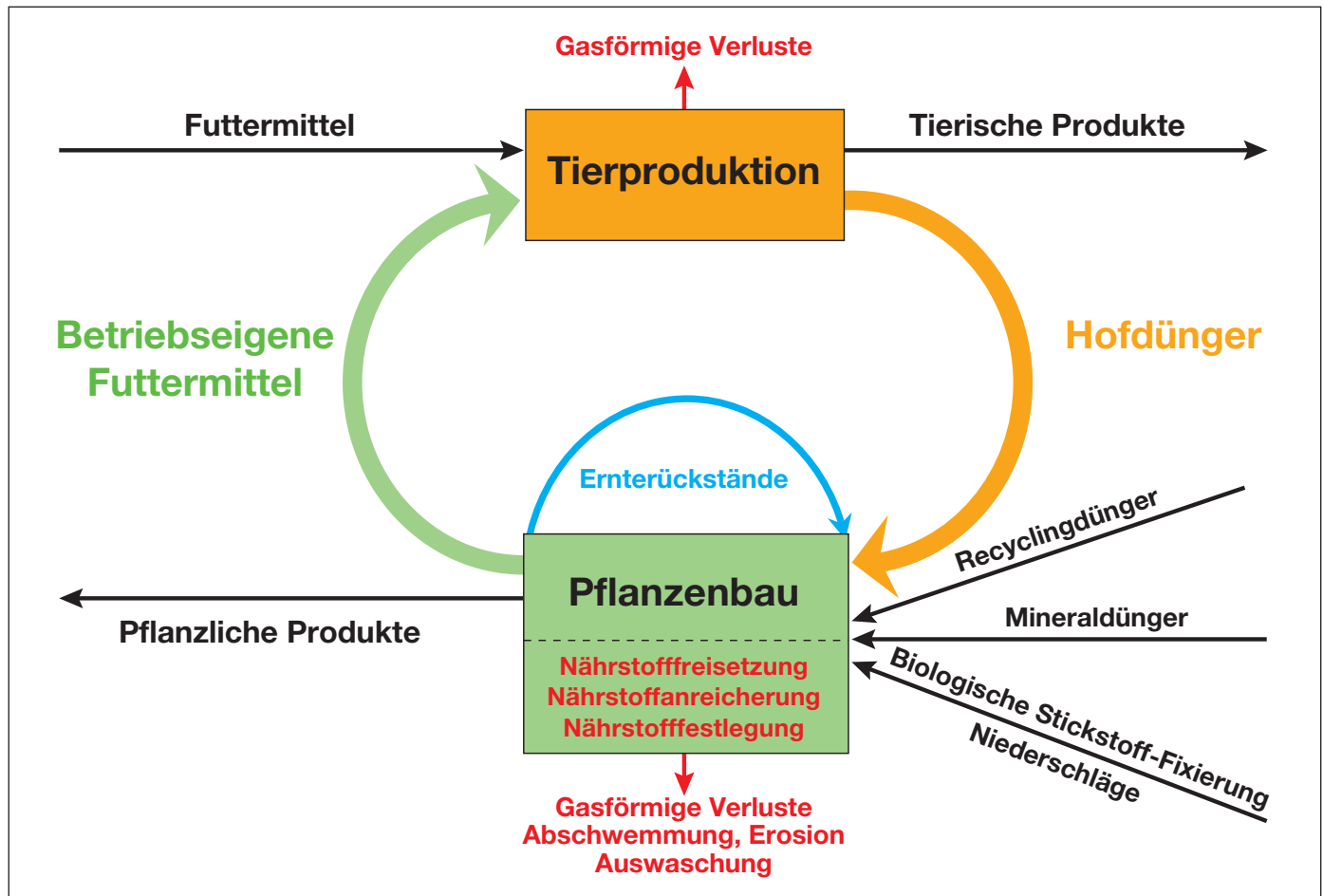
Die Angaben in diesem Dokument basieren auf naturwissenschaftlichen Grundlagen. Sie haben daher für alle naturwissenschaftlich orientierten landwirtschaftlichen Produktionsrichtungen Gültigkeit.

## 2. Aufgaben und Ziele der Düngung

Nährstoffe werden von der Pflanze aus dem Boden oder aus der Luft aufgenommen. Bestimmte Nährstoffmengen werden dem Boden entzogen und verlassen in Form von pflanzlichen und tierischen Produkten teilweise den Betrieb. Die Hauptaufgabe der Düngung besteht darin, Nährstoffkreisläufe (**Abbildung 1**) weitgehend zu schliessen und die pflanzliche Produktion zu optimieren, ohne den Nährstoffvorrat des Bodens auszubeuten oder ihn unnötig zu erhöhen.

Der Begriff der Düngung umfasst jegliche Zufuhr von unentbehrlichen Pflanzennährstoffen (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn). Mit Hilfe der Düngung ist das Nährstoffangebot an die Pflanzen so zu gestalten, dass ein effizientes Wachstum zum Aufbau optimaler Erträge mit einwandfreier Qualität möglich ist. Die Produktionsziele sollen unter Berücksichtigung der Ansprüche der Kulturen bei gleichzeitig minimaler Belastung der Umwelt erreicht werden.

**Abbildung 1.**  
Nährstoffkreislauf eines landwirtschaftlichen Betriebes



Die Anforderungen an eine pflanzen- und umweltgerechte Düngung sind im landwirtschaftlichen Düngungskonzept (**Abbildung 2**) dargestellt. Daraus geht hervor, dass für eine überlegte, sinnvolle und erfolgreiche Düngung folgende Aspekte in der aufgeführten Reihenfolge zu berücksichtigen sind:

- Nährstoffbedarf (bezüglich Menge und Bedarfszeitpunkt) der Pflanzen;
- Nährstoffgehalt und -verfügbarkeit des Bodens;
- Rückführung von Nährstoffen durch Ernterückstände;
- Menge, Nährstoffgehalte und Eigenschaften von Hofdüngern, Recyclingdüngern und anderen organischen Düngern;
- Menge, Nährstoffgehalte und Eigenschaften von Mineraldüngern;
- Verhalten der Dünger im System Boden - Pflanze - Umwelt (Luft, Wasser);
- Wirtschaftlichkeit.

Ferner sei an dieser Stelle an zwei Grundgesetze der pflanzlichen Produktion erinnert, welche insbesondere für die Düngung zu beachten sind:

- a. Gesetz des Minimums. Es besagt, dass der im Minimum vorhandene Wachstumsfaktor (Nährstoffe, Wasser, Licht, Temperatur) den Ertrag und/oder die Qualität bestimmt.
- b. Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs. Dieses beinhaltet die biologische Tatsache, dass bei steigendem Nährstoffangebot der Ertragszuwachs mit jeder zusätzlichen Nährstoffeinheit immer kleiner wird und gegen null strebt. Ein zu hohes Nährstoffangebot führt oft zu Ertrags- und Qualitätsminderungen der Ernteprodukte sowie zu unnötigen und nicht verantwortbaren Belastungen der Umwelt.

Das Ziel der Düngung besteht in der Optimierung der Erträge von einwandfreier Qualität bei maximaler Ausnutzung der beschränkt vorhandenen Nährstoffe unter Berücksichtigung der nachhaltigen Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Die Düngung ist kein geeignetes Mittel, um Mängel infolge pflanzenbaulicher Fehlentscheide (z. B. unausgewogene Fruchtfolge, Bodenverdichtungen, verzögerter Saatzeitpunkt, unangepasste Sortenwahl, inadäquater Pflanzenschutz) zu korrigieren.

**Abbildung 2.**  
**Das landwirtschaftliche Düngungskonzept für eine nachhaltige Bodennutzung**

