

## Makronährstoffe Phosphor, Kalium, Magnesium und Kalzium

Während einer Vegetation werden diese Nährstoffe durch die Zuckerrübe in folgenden Mengen aufgenommen:

*Entzüge bei Zuckerrüben (Durchschnittswerte in kg)*

Nährstoff	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO
Entzug je 10 t Rüben incl. Blatt	20	80	20	16

### Mangelsymptome, Ursachen und Maßnahmen

Steht der Pflanze ein Nährstoff nicht ausreichend zur Verfügung, reagiert sie mit Wachstumsdepressionen. Mangelnde Aufnahme bestimmter Nährstoffe ist an typischen Symptomen erkennbar (siehe nachfolgende Tabelle).

*Mangelsymptome, Ursachen und mögliche Maßnahmen*

Nährstoff	Mangelsymptome	Ursachen	Maßnahmen
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vom Blattrand her rötliche bis bräunliche Verfärbung zuerst älterer Blätter</li> <li>- Pflanzen in der Entwicklung zurück</li> <li>- Welkeerscheinungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zu geringe Bodengehalte (absoluter Mangel)</li> <li>- zu hoher oder zu niedriger pH-Wert</li> <li>- schlechte Verfügbarkeit des Phosphates für die Pflanze</li> <li>- verringerte Aufnahme wegen schlechter Durchwurzelung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bodenuntersuchung -&gt; Aufdüngung innerhalb der Fruchtfolge zu jeder Kultur</li> <li>- Anpassen des pH-Wertes an den Standort durch Aufkalkung oder Wahl physiologisch sauer wirkender Düngemittel</li> <li>- Förderung der Bodenstruktur -&gt; verbessertes Wurzelwachstum</li> </ul>
K <sub>2</sub> O	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Welkeerscheinungen</li> <li>- Bildung von flächigen Nekrosen, ausgehend vom Blattrand, zuerst an älteren Blättern sichtbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zu geringe Bodengehalte (absoluter Mangel)</li> <li>- bei Trockenheit und in stark tonigen Böden kann es zu Fixierung kommen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bodenuntersuchung -&gt; Aufdüngung innerhalb der Fruchtfolge zu Zuckerrüben</li> <li>- auf leichten Standorten die Düngermengen gegebenenfalls aufteilen</li> </ul>
MgO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vom Rand Aufhellungen (Vergilbung) zwischen den Blattadern, zuerst an den älteren Blättern</li> <li>- Nekrotisieren der vergilbten Flächen</li> <li>- z.T. auch Welkeerscheinungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zu geringe Bodengehalte (absoluter Mangel)</li> <li>- bei Trockenheit verminderte Beweglichkeit im Boden (latenter Mangel)</li> <li>- Ungleichgewicht zwischen K/Ca- und Mg (Antagonismus)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewicht auf Mg-haltige Düngemittel in der Fruchtfolge legen</li> <li>- Blattapplikationen</li> <li>- ausgewogenes Nährstoffangebot</li> </ul>
CaO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergilben der jüngsten Blätter, späteres Nekrotisieren</li> <li>- gehemmtes Wachstum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zu geringe Bodengehalte (absoluter Mangel)</li> <li>- akute Verlagerung durch Niederschläge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bodenuntersuchung</li> <li>- Aufdüngung innerhalb der Fruchtfolge zu Zuckerrüben</li> <li>- Regulierung des pH-Wertes durch Kalkung</li> </ul>

Der Ausgleich für die Nährstoffe, die im Verlauf der Vegetation dem Boden entzogen werden, erfolgt über die Mineralisation im Boden und durch die Düngung. Die Düngung richtet sich nach:

- der Bodenuntersuchung
- dem Entzug durch die einzelnen Fruchtfolgekulturen
- dem Zufluss über Ernterückstände und organische Düngung

Den folgenden Empfehlungen liegt beispielhaft die Fruchtfolge Zuckerrüben (ZR, 50 t/ha) - Winterweizen (WW, 8,5 t/ha) - Wintergerste (WG, 7,5 t/ha) zugrunde. Bei der Bodenversorgung wird ein ausgeglichener Nährstoffgehalt angenommen, die Ernterückstände verbleiben auf dem Acker.

*Nährstoffgaben in der Fruchtfolge (kg/ha)*

Nährstoff	Aufnahme in der Fruchtfolge (ZR-WW-WG)	Düngung in der Fruchtfolge (Gehaltsklasse C)	Bemerkungen	Umrechnungsfaktoren
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	270	180	- Dünger gut mit Boden durchmischen - Düngergaben zu den Einzelfrüchten	$P \times 2,29 = P_2O_5$
K <sub>2</sub> O	770	230	- Düngung zur Zuckerrübe, entweder Gabe auf Stoppel der Vorfrucht, direkt zur Saat im Frühjahr oder als Kopfdüngung	$K \times 1,21 = K_2O$
MgO	100	160	- Auswaschung: ca. 30 kg/ha/Jahr - Bedarf wird i.d.R. bei der Düngung von Kalium und Kalk gedeckt - Blattapplikation bei akutem Mangel mit 5%-iger Magnesium-Sulfat-Lösung (Bittersalz)	$Mg \times 1,66 = MgO$
CaO	40	1.100	- Auswaschung bis zu 1000 kg/ha/Jahr - Einfluss auf die Bodenstruktur - Verfügbarkeit anderer Nährstoffe absichern - Düngung zur Zuckerrübe	$Ca \times 1,4 = CaO$ $Ca \times 2,5 = CaCO_3$

Die Düngerformen sind nach Wirksamkeit und Preiswürdigkeit zu wählen.