



Foto: landpixel

Damit die Wintersaat ausreichende Kältetoleranz aufbauen kann, ist Versorgung mit Kalium, Magnesium und Stickstoff wichtig.

# Frostschutz für die Wintersaaten

**Düngung** Wintergetreide und Raps haben erstaunliche Mechanismen, um mit Frost zurecht zu kommen. Mit fallenden Temperaturen sorgt Zucker dafür, Zellschäden zu vermeiden. Kalium, Nitrat und Magnesium spielen dabei eine wichtige Rolle.

**N**adelspitze Eiskristalle in den Pflanzenzellen zerstören sie. Die Folge: Die Zellfunktionen lassen sich nicht aufrecht erhalten und die Pflanze trocknet aus. Damit das nicht passiert, haben überwinternde Pflanzen Strategien zum Überleben bei Frost entwickelt. Düngung und geeignete Kulturführung haben einen erheblichen Einfluss auf die artspezifische Winterhärte.

Eine Frosttoleranz muss grundsätzlich erst einmal erworben werden. Pflanzen sind in der Lage, Umweltfaktoren zu erkennen und ihr Wachstum daran anzupassen. Abnehmendes Tageslicht und kontinuier-

lich fallende Temperaturen in den Nächten bis zum Gefrierpunkt starten die genetisch gesteuerte Abhärtungsreaktion. Das lässt die Pflanzen frosttolerant werden. **Im Zellsaft steigt der Gehalt an Zuckern und löslichen Proteinen.**

Kalium spielt dabei für die Überwinterungsfähigkeit eine entscheidende Rolle. Es ist neben den Zuckern ein unentbehrliches Osmotikum in pflanzlichen Zellen. Die Osmose regelt den Wasserhaushalt. Über ein gezieltes Anreichern von osmotisch wirksamen Substanzen können Pflanzen den Gefrierpunkt in den Zellen senken.

## Proteine verhindern einfrieren

Bei tiefen Temperaturen geschieht in den Zellen Folgendes: Jene Proteine werden inaktiviert, die für den Ionentransport zwischen den Zellmembranen – also die Osmose – benötigt werden. Gleichzeitig bilden die Pflanzen aber schon in der Abhärtungsphase weitere Frostschutzproteine, die diese Inaktivierung verhindern.

Fallen die Temperaturen weiter, bilden sich Eiskristalle und der Mechanismus der Gefriertoleranz greift – eine kontrollierte Entwässerung und Unterkühlung setzt ein. Aufgrund des niedrigeren osmotischen Werts von Wasser *zwischen* den Zellen

bilden sich dort zuerst Eislinsen aus. Die stellen aber noch keine ernstere Gefahr für die Zellstruktur dar. Dem frostgefährdeten Zellsaft *im Zellinneren* wird dadurch kontinuierlich Wasser entzogen und der Gefrierpunkt sinkt. Um diesen Vorgang erfüllen zu können, müssen nicht nur die Zellmembranen funktionsfähig, sondern auch der **Kaliumgehalt** in den Pflanzen hoch genug sein.

Zur Proteinbildung vor dem Winter ist eine **ausreichende Stickstoffversorgung** nötig. Bei verspäteter Saat und damit verkürzter Vegetationszeit ist eine nitrathaltige Stickstoffdüngung von Vorteil: Die Kaliumaufnahme wird durch Nitrat gefördert. Ein überhöhter Nitratgehalt, den die Pflanze nicht mehr in Wachstum umsetzen kann, schadet jedoch der Winterhärte. Er führt zu einer verstärkten Wasseraufnahme, die die Zellsaftkonzentration verdünnt und der Gefrierpunktabsenkung entgegenwirkt.

### Kalium braucht Magnesium

**Kalium** ist in allen Pflanzen ein wesentlicher Nährstoff zur Herstellung von osmotisch wirksamen Kohlenhydraten: Zucker und zuckerverwandte Verbindungen nutzen die Pflanzen, um den Gefrierpunkt abzusenken. Kartoffeln oder Rettiche werden bei Frosteinwirkung süß, da ein Teil der osmotisch nicht wirksamen Stärke zu Glukose verzuckert. Die dient als „Frostschutzmittel“. Die Fotosynthese ist die Produktion von Energie in Form von Kohlenhydraten aus dem Sonnenlicht. Deren Synthese und Transport kann nur durch einen optimalen Gehalt an **Magnesium** erfolgen. Daher muss die Pflanzenverfügbarkeit dieses Nährstoffs schon im Herbst sichergestellt sein. Die Aufnahme von Kalium und die von Magnesium beeinflussen sich gegenseitig. Daher empfiehlt es sich schon aus Sicherheitsgründen, beide

**Bei diesem ausgewinterten Gerstenbestand spiegeln die Schäden die Bodenunterschiede wider. Die Nährstoffdifferenz wirkt sich direkt auf die Frosthärte aus.**



Foto: Rühlicke

Nährstoffe zugleich und in wasserlöslicher Form zu düngen. Der darin enthaltene Sulfatschwefel deckt außerdem die Schwefelversorgung im Herbst ab.

### Bor bei Raps entscheidend

Spurenelemente, deren Versorgungsstatus sich auf die Winterhärte auswirkt sind:

- ▶ **Mangan** bei hohen pH-Werten,
- ▶ **Kupfer** bei anmoorigen Böden und
- ▶ **Molybdän** in geologisch alten und sauren Bodenformationen.
- ▶ Besondere Bedeutung kommt zusätzlich dem **Bor** bei borbedürftigen Pflanzen wie dem Raps zu. Eine Unterversorgung mit Bor führt zu rauen, schrundigen Wurzeloberflächen. Die stellen Eintrittspforten für Schaderreger dar. Eine Blattdüngung mit einer Kombination aus Magnesium, Mangan und Bor trägt daher zur **Winterfestigkeit**

## Kalium ist für die Frosthärte entscheidend.

von Raps bei. Zu Frühjahrsbeginn bauen die Pflanzen ihre Frostschutzmechanismen mit steigenden Temperaturen wieder ab. Damit steigt die Gefahr von Schäden durch Spätfröste. Überlegungen, kurz vor Kälteperioden über einen kalihaltigen Blattdünger den Salzgehalt in den Pflanzen zu erhöhen und damit die Frostempfindlichkeit zu senken führen zu keinem Erfolg: Junges Gewebe ist immer sehr empfindlich gegen Frost, besonders in Kombination mit Blattdüngern. Eine zumindest begrenzte Wirkung lässt sich erzielen, wenn eine nitratfreie Blattgabe mit Kalium in den Pflanzen schon rechtzeitig vorher umgesetzt ist. Dann kann die Pflanze noch Zuckerstoffe anreichern und über den höheren Salzgehalt den Gefrierpunkt erniedrigen. Allein unter dem Aspekt einer besseren Winterhärte empfiehlt sich eine bedarfsdeckende Kalidüngung zu Winterkulturen schon im Herbst. Pflanzen mit höherem Kaligehalt überwintern nicht nur besser, sie kommen auch mit weniger Wasser aus. Das mindert bei noch gefrorenem Boden die Gefahr des Austrocknens. ks ■



**Dr. Gudwin Rühlicke**  
**Dr. Hans-Peter König**

Landesarbeitskreis Düngung Bayern