

WISSENS SPEICHER *Digital*



Alles rund um

SPRITZWASSER- QUALITÄT



Mehr Infos zum WISSENS SPEICHER und rund um die
Pflanzenernährung unter www.kali-akademie.de

Spritzwasserqualität

Kennen Sie die Eigenschaften Ihres Spritzwassers?

Die Blattdüngung ist mittlerweile ein wichtiger Bestandteil pflanzenbaulicher Maßnahmen in der landwirtschaftlichen Praxis. Blattdüngung und Pflanzenschutzmaßnahmen werden soweit möglich in einer Überfahrt erledigt. Hier muss es auch mal schnell gehen und teils kommen viele Komponenten zusammen. In solchen Situationen können Filterverstopfungen in Pflanzenschutzspritzen auftreten, wenn feste Stoffe zum Einsatz kommen. Das kann auch Düngesalze wie zum Beispiel Bittersalz oder Mangansulfat betreffen.

In den meisten Fällen kann solchen Verstopfungen wirksam vorgebeugt werden. Dabei ist die Qualität des Spritzwassers relevant. Die Temperatur, der pH-Wert, die Wasserhärte und weitere Eigenschaften des verwendeten Wassers nehmen maßgeblichen Einfluss auf den Erfolg. Deshalb sollten Sie die Spritzwasserqualität kennen und wo nötig korrigieren. Auf diese Aspekte sollten Sie achten:

- Wassermenge
- Wassertemperatur
- Einspülgeschwindigkeit und -reihenfolge
- pH-Wert des Spritzwassers
- Wasserhärte

A Grundlegende Informationen zur Blattdüngung finden Sie in den WISSENS SPEICHER Beiträgen „Wie Blattdünger wirken“ und „Praxiswissen Blattdüngung“.



Eine Wasseranalyse ist die Grundlage für gezieltes Handeln und kann bei vielen Laboren kostengünstig in Auftrag gegeben werden. Diese Parameter sollten Sie untersuchen lassen:

- pH-Wert
- Gesamthärte
- Karbonathärte



Filterverstopfungen bzw. -rückstände in der landwirtschaftlichen Praxis

Spritzwasserqualität

Ist die Wassermenge ausreichend?

Das gilt zunächst für das Tankvolumen der Feldspritze. Der Tank sollte etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt sein, bevor Pflanzenschutzmittel oder Dünger eingemischt werden. Weiterhin ist die Wassermenge in der Einspülschleuse betroffen. Viel hilft hier wirklich viel, um einen reibungslosen Transport in den Tank zu ermöglichen, wo der eigentliche Lösungsvorgang vonstatten geht.

Düngesalze haben unterschiedliche Löseeigenschaften. Gerade bei der Verwendung von Mischprodukten (z. B. epsoPROFITOP) ist eine deutlich höhere Wassermenge in der Einspülschleuse erforderlich als beim reinen epsoTOP.

Wie schnell wird eingespült und in welcher Reihenfolge?

Neben der Wassermenge und -temperatur spielt die Einspülgeschwindigkeit eine wichtige Rolle beim erfolgreichen Lösen von Pflanzenschutzmitteln und Dünger. Feste Blattdünger oder WG-Präparate sollten langsam und kontinuierlich in die Einspülschleuse einlaufen. Das gilt insbesondere bei geringem Wasserangebot in der Einspülschleuse und geringen Wassertemperaturen.

Langsam lösliche Salze (z. B. Borsäure) benötigen einige Zeit zum Lösen. Erst danach sollten weitere Komponenten eingespült werden. Generell ist die Mischreihenfolge zu beachten, um einen idealen Lösevorgang zu ermöglichen.



LÖSLICHKEIT

Die Löslichkeit ist die Eigenschaft eines Stoffes, sich in einem Lösungsmittel (z. B. Wasser) zu lösen. Die maximale Löslichkeit eines Stoffes gibt an, welche Menge in einem Lösungsmittel gelöst werden kann, bevor die Sättigung eintritt.

LÖSEGESCHWINDIGKEIT

Die Lösegeschwindigkeit beschreibt, in welcher Zeit sich ein Stoff in einer Flüssigkeit löst.

Mischreihenfolge

1. Feste, aber lösliche Stoffe (WG-/WP-Formulierungen) - feste Düngemittel (Salze, wie z. B. epsoFAMILY) vollständig und mit genügend Wasser lösen (kann je nach Temperatur 2-5 Minuten dauern). Sulfonylharnstoffe immer zuerst lösen (lösen sich im leicht alkalischen Milieu deutlich besser) und danach Salze dem Spritzwasser zufügen, da diese den pH-Wert in der Regel senken.
2. Nachdem sich die Produkte vollständig gelöst haben, flüssige Produkte mit nicht gelösten Wirkstoffen (SC-, CS- und SE-Formulierungen) hinzufügen.
3. Danach bereits gelöste Wirkstoffe (SL-, EW-, EC-Formulierungen) hinzufügen.
4. Eventuell weitere, flüssige Dünger.



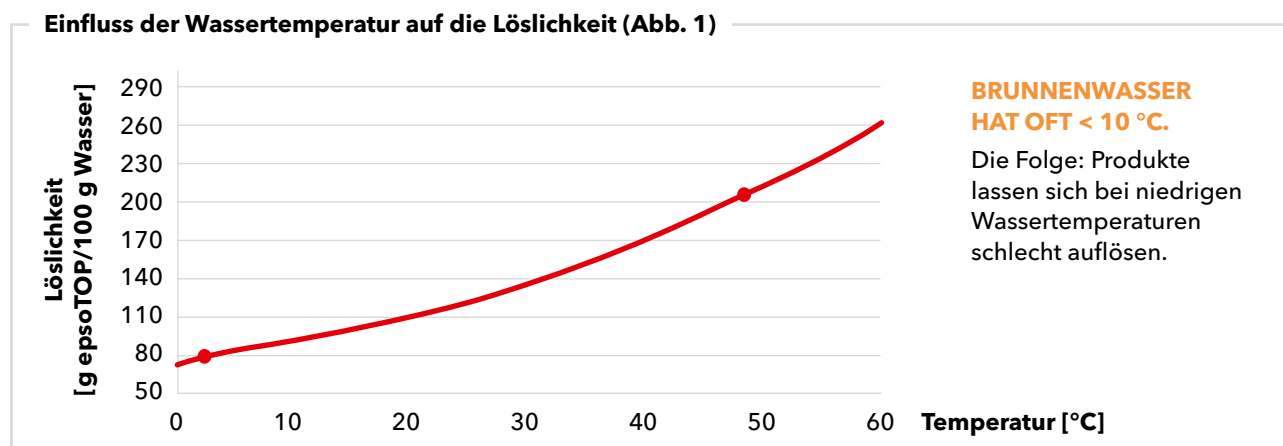
WG = Wasserdispergierbares Granulat | WP = Wasserdispergierbares Pulver
SC = Suspensionskonzentrat | CS = Kapselsuspension | SE = Suspoemulsion
SL = Wasserlösliches Konzentrat | EW = Emulsion, Öl in Wasser | EC = Emulgierbares Konzentrat (Emulsionskonzentrat)

Wie hoch ist die Wassertemperatur?

Die Wassertemperatur bestimmt wesentlich die Lösegeschwindigkeit von Düngesalzen (siehe Abb. 1 am Beispiel von epsoTOP). Auch bei Pflanzenschutzmitteln, die in Form von wasserdispergierbarem Granulat formuliert sind (WG-Präparate), ist die Wassertemperatur ausschlaggebend. Bei den meisten Produkten gilt die Regel: Je wärmer das Wasser, desto schneller lösen sich die Stoffe. Ausnahmen sind bestimmte Herbizide aus der Gruppe der Carfentrazone.

Bei den meisten Düngemitteln sinkt beim Lösevorgang die Wassertemperatur aufgrund des Wärmebedarfs für das Lösen (endothermer Prozess/ Tab. 1). Dabei kühlt das Wasser ab und verringert die Lösegeschwindigkeit dieses oder späterer zugeführter Produkte.

Die Temperatur von Brunnenwasser ist in der Regel zwar relativ konstant, Schwankungen treten aber insbesondere bei stärkeren Frösten und durch lange und relativ flach verlegte Zuleitungen zur Wasserentnahmestelle auf. Daher lohnt es sich, die Temperatur des Wassers zu überprüfen.



Temperaturveränderung beim Lösen verschiedener Düngemittel (Tab. 1)

Düngemittel	Hauptkomponente	Temperaturveränderung beim Lösen	Temperaturveränderung 50 g Dünger in 1000 g Wasser bei 20 °C
<i>soluCMS</i> [®]	MgSO ₄ (wasserfrei)	Wärmer/exothermisch	+7,7
<i>soluAMS</i> [®]	(NH ₄) ₂ SO ₄	Kälter/endothrmisch	-0,5
<i>soluMAP</i> [®]	NH ₄ H ₂ PO ₄	Kälter/endothrmisch	-1,5
<i>epsotOP</i> [®]	MgSO ₄ × 7H ₂ O	Kälter/endothrmisch	-0,7
<i>soluMOP</i> [®]	KCl	Kälter/endothrmisch	-2,5
<i>soluSOP</i> ^{® 52}	K ₂ SO ₄	Kälter/endothrmisch	-1,5
Ammoniumnitrat	NH ₄ NO ₃	Kälter/endothrmisch	-3,6
Harnstoff	CO(NH ₂) ₂	Kälter/endothrmisch	-2,8

Spritzwasserqualität

Ist der Spritzwasser-pH-Wert richtig eingestellt?

Außer beim Lösen von Sulfonylharnstoffen sollten Spritzbrühen in der Regel einen leicht sauren pH-Wert aufweisen. Dies vermeidet die alkalische Hydrolyse und sichert damit sowohl die Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln als auch die von Mikronährstoffen. Die meisten Düngesalze haben einen Einfluss auf den Spritzwasser-pH-Wert. Viele Verbindungen senken den pH-Wert, wie z. B. Mangannitrat oder Mangansulfat.

Die Ziel-pH-Werte (Tab. 2) sind bei den einzelnen Verbindungen unterschiedlich und hängen vom Kation ab. So sollte man z. B. beim Einsatz von Kupfersulfaten einen pH-Wert von 5 nicht überschreiten, damit Cu^{2+} in Lösung bleibt und nicht als Cu-Hydroxid ausfällt. Dies würde die heutigen engmaschigen Filtersysteme verstopfen. Außerdem nimmt bei pH-Werten größer 5 die Verfügbarkeit von freiem Cu^{2+} in der Spritzbrühe stark ab (Abb. 2). Bei Zinksulfat reicht dagegen ein pH-Wert von 6 in der Spritzbrühe aus.

Die Einstellung des pH-Werts ist dabei individuell und hängt von der Karbonathärte und damit vom Säure-Pufferungsvermögen des Spritzwassers ab. Betriebsindividuell sollte mit dem eingesetzten Wasser und gegebenenfalls dem Zusatz von Säuren (z. B. Zitronensäure) der Ziel-pH-Wert eingestellt werden.



HYDROLYSE

Die Hydrolyse ist die Spaltung einer chemischen Verbindung durch die Reaktion mit Wasser, wobei 2 neue Moleküle entstehen. Ein pH-Wert >7 (alkalischer Bereich) erleichtert diese Reaktion und wirkt somit als Katalysator.

Einfluss der Wasserhärte auf den pH-Wert von epso-Produkten in Lösung (Tab. 2)

Produkte	Gemessener pH-Wert (5 %-ige Lösung)		Ziel-pH-Wert einer Tankmischung (mit PSM)
	weiches Wasser 7 °dH	hartes Wasser 15 °dH	
Ausgangs-pH-Wert Leitungswasser	7,9	8,1	
epso TOP®	7,8 ❌	8,1 ❌	6,5
epso MICROTOP®	6,6 ! ✅	7,1 ❌	6,5
epso BORTOP®	6,1 ✅	6,5 ✅	6,5
epso COMBITOP®	5,3 ✅	6,8 ❌	6
epso PROFITOP®	4,3 ✅	5,9 ❌	5

✅ = pH-Wert OK, keine Anpassungen notwendig

! = pH-Wert darf nicht höher sein

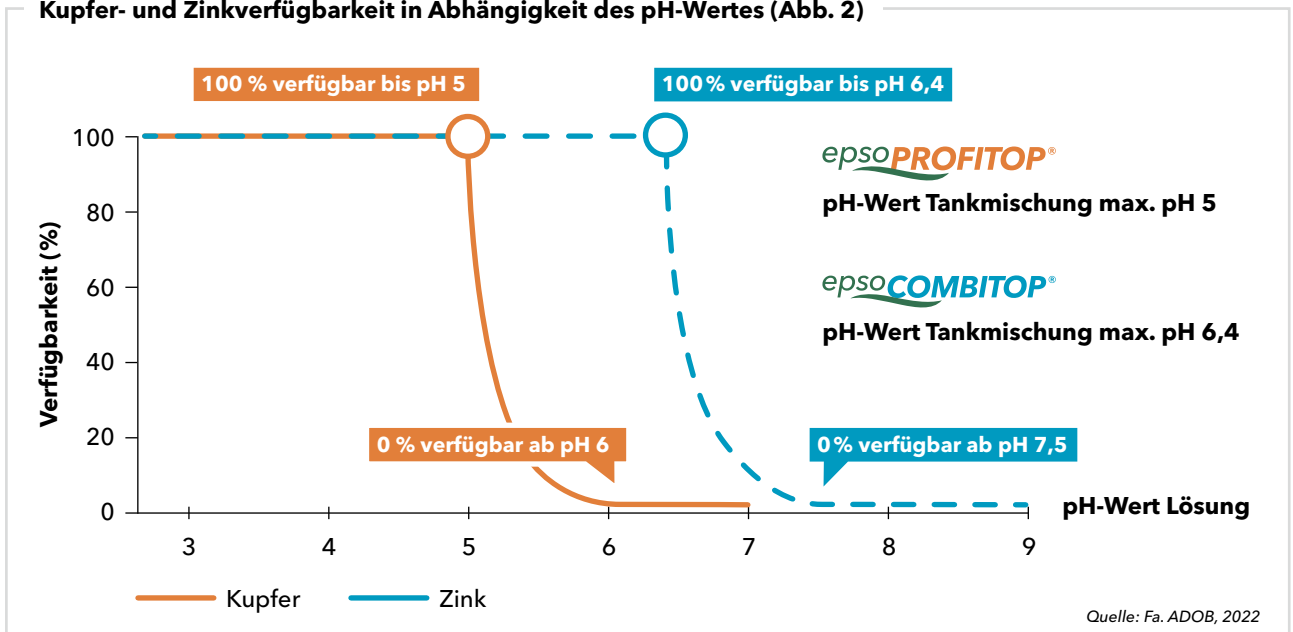
❌ = pH-Wert zu hoch, Anpassungen notwendig

pH-Zielwert je nach Produkt(en) festlegen (z. B. pH 6 bei epsoCOMBITOP), falls nötig passendes Additiv (z. B. Zitronensäure) benutzen, um den Ziel-pH-Wert zu erreichen.

Karbonathärte beachten! Je höher die Karbonathärte, desto mehr Säure ist notwendig, um den pH-Wert zu senken.

Quellen: nach AFZ, 2019; verändert durch Lawson und Leidel, 2025

Kupfer- und Zinkverfügbarkeit in Abhängigkeit des pH-Wertes (Abb. 2)



Welchen Einfluss hat die Wasserhärte?

Die Wasserhärte wird in Deutschland gemäß neuester Fassung des Wasch- und Reinigungsmittelgesetzes (2007) in drei Härtegrade (Tab. 3) eingeteilt und kann als Gesamthärte (GH) oder Karbonathärte (KH) mit rechtsstehenden Umrechnungsfaktoren umgerechnet werden.

Die Härte des Wassers wird vor allem durch seine Calcium- und Magnesiumsalze verursacht und wird in Gesamthärte, Karbonathärte und Nichtkarbonathärte sowie scheinbare Karbonathärte differenziert. Hierbei sind die Gesamthärte und Karbonathärte die wichtigsten Einflussfaktoren bei einer agronomischen Blattapplikation (siehe Abb. 3).

Die Gesamthärte (GH) ist die Summe der Konzentrationen der Erdalkalimetallionen, vor allem Calcium und Magnesium, im Wasser. Die Gesamthärte ist die Summe der Erdalkalimetallionen in mmol/l oder in Grad deutscher Härte (°dH GH). Die Gesamthärte des Wassers kann auch durch folgende Formel berechnet werden:

$$\frac{\text{Ca-Konzentration in mg/L} \times 1,4 + \text{Mg-Konzentration in mg/L} \times 2,307}{10} = \text{°dH GH}$$

Wasserhärte in Deutschland (Tab. 3)

Härtebereich	mmol CaCO ₃ / L	°dH
weich	< 1,5	< 8,4 °dH
mittel	1,5 bis 2,5	8,4 bis 14 °dH
hart	> 2,5	> 14 °dH

Umrechnung Karbonathärte (KH) und Gesamthärte (GH)

$$1 \text{ °dH KH} = \frac{0,357 \text{ mmol Hydrogencarbonat-Ionen}}{\text{L}}$$

$$1 \text{ °dH GH} = \frac{0,179 \text{ mmol Erdalkalimetall-Ionen}}{\text{L}}$$

Karbonathärte (KH): Konzentration der Hydrogencarbonat-Ionen (Abb. 3)

HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻
Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺

Gesamthärte (GH):
Summe der gelösten Erdalkalimetallionen (v. a. Ca²⁺ und Mg²⁺)

Gesamtsalzgehalt:
Summe Kationen + Anionen

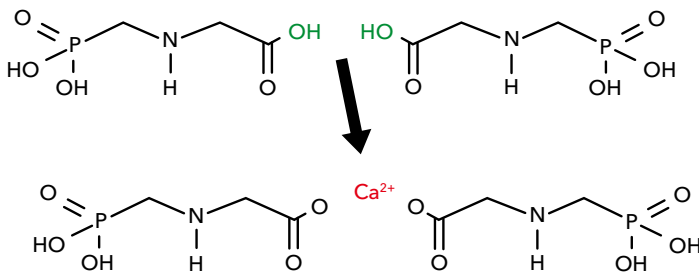
Quellen: verändert, nach Sigg und Stumm, 2011; Kölle, 2003

Spritzwasserqualität

Einfluss der Gesamthärte

Die Gesamthärte des Wassers ist wichtig für verschiedene Anwendungen: In Haushalten beeinflusst sie die Effizienz von Tensiden in Seifen und Waschmitteln. In technischen und industriellen Prozessen kann die Wasserhärte zu Ablagerungen (Kalkbildung) in Rohrleitungen und Maschinen (z. B. Heizungsanlagen, Waschmaschinen oder Spülmaschinen) führen, was deren Effizienz und Lebensdauer stark beeinträchtigen kann. In gartenbaulichen und landwirtschaftlichen Anwendungen wie der Blattapplikation von Düngemitteln können hohe Calcium-Gehalte problematisch sein, z. B. wenn auch Pflanzenschutzmittel wie Glyphosat in der Tankmischung beigemischt werden. Calcium-Kationen bilden hier einen Komplex mit dem Wirkstoff und inaktivieren diesen so (siehe Abb. 4). Daher sollten z. B. calciumhaltige Düngemittel nicht mit wasserhärtesensiblen Pflanzenschutzmitteln gemischt werden.

Einfluss der Gesamthärte (Abb. 4)



Wirkstoffinaktivierung durch Komplexbildung in hartem Wasser
Bsp. Inaktivierung von zwei Glyphosat Molekülen

Quelle: verändert, nach Hogrefe, 2015



EINFLUSS DER KARBONATHÄRTE

Die Karbonathärte (KH) ist derjenige Anteil der Härte, der dem Hydrogencarbonat (der Säurekapazität bis pH 4,3) zuzuordnen ist, also vor allem aus Calciumhydrogencarbonat und Magnesiumhydrogencarbonat zustande kommt, in kleineren Mengen auch aus Kalium- und Natriumhydrogencarbonat (siehe auch scheinbare Karbonathärte unten). Die Karbonathärte des Wassers in °dH KH kann durch die Säurekapazität bis pH 4,3 in mmol/L (oftmals in der lokalen Wasseranalyse zu finden) \times Faktor 2,8 berechnet werden.

Was bewirkt die Karbonathärte?

In gartenbaulichen und landwirtschaftlichen Anwendungen wie der Blattapplikation und Fertigation ist die Karbonathärte ein wichtiger Einflussfaktor, insbesondere wenn ein bestimmter pH-Wert im Spritzwasser oder in einer Düngelösung eingestellt werden soll. Dies kann durch den Zusatz von Säuren erfolgen.

Hohe Hydrogencarbonatgehalte (= hohe Karbonathärte) im Wasser wirken als chemischer Puffer. Grundsätzlich gilt: Je höher die Karbonathärte, desto mehr Säure ist notwendig, um den pH-Wert zu senken.

Dieser Zusammenhang kann aus Abb. 5 entnommen werden. Hierbei wird verdeutlicht, dass bei mittleren bis hohen Karbonathärten (8,9 + 17,8 °dH KH), die 3- bis 5-fache Menge einer Säure notwendig ist, um den pH-Wert auf ein bestimmtes Niveau zu senken.



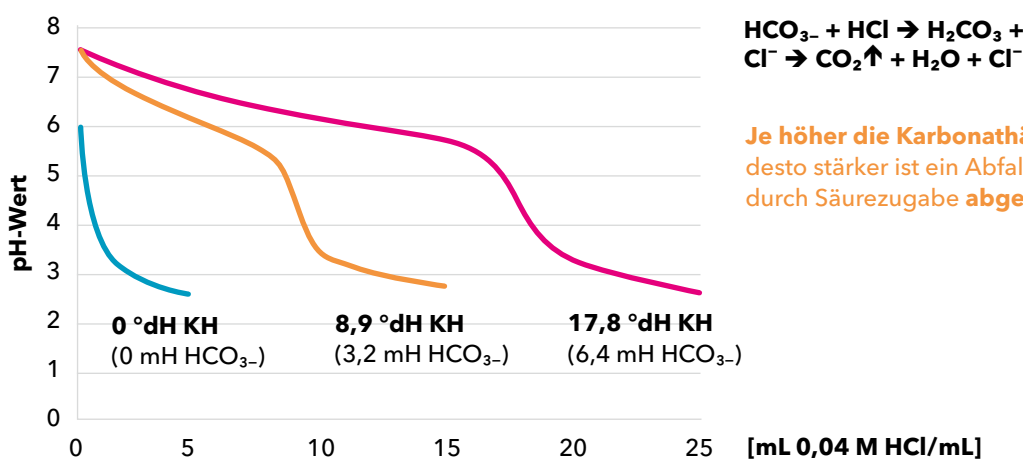
NICHTKARBONATHÄRTE

Die Nichtkarbonathärte entspricht der Gesamthärte abzüglich der Karbonathärte, d. h. der Überschuss an Ca- und Mg-Kationen wird den vorhandenen Sulfat-, Chlorid- und Nitrat-Anionen zugeordnet (siehe auch Abb. 4).

SCHEINBARE KARBONATHÄRTE

Die scheinbare Karbonathärte kommt in Wässern vor, die mehr Hydrogencarbonat als Gesamthärte (jeweils in mmol/l eq.) enthalten, das heißt die Karbonathärte ist größer als die Gesamthärte. Hier entspricht die Differenz von Karbonathärte und Gesamthärte der scheinbaren Karbonathärte. Im Allgemeinen ist sie den Ionen des Natriums zuzuordnen.

Einfluss der Karbonathärte (Abb. 5)



Quelle: nach Göhler und Molitor, 2002

FAZIT:

Wasser ist nicht gleich Wasser! Wassertemperatur, Wassermenge sowie Einspülgeschwindigkeit und -reihenfolge sind wichtige Parameter. Die Qualität des betriebseigenen Wassers hinsichtlich pH-Wert und Härte beeinflusst maßgeblich die chemischen Eigenschaften der Spritzbrühe. Dies hat Auswirkungen auf die Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln sowie die Blattaufnahme von Mikronährstoffen.

Die Wasserqualität beeinflusst die Löslichkeit verschiedener Produkte. Mit einer passenden Spritzwasserqualität lassen sich Filterverstopfungen vermeiden und eine reibungslose Applikation sicherstellen. Lassen Sie Ihr Wasser analysieren, um dann zielgerichtet Einfluss nehmen zu können.



K+S Minerals and Agriculture GmbH

Bertha-von-Suttner-Str. 7
34131 Kassel, Germany

☎ +49 561 9301-0
✉ kali-akademie@k-plus-s.com

www.kali-akademie.de

Ein Unternehmen der K+S

