



Mystery

Düngung

(Quelle: Amazone)

Mystery zum Thema Düngung

Das hier vorgestellte Mystery zum Thema Düngung greift die Frage auf, weshalb Landwirt:innen ihre Felder und Grünflächen überhaupt düngen müssen. Diese wird von Schüler:innen als auch von Lehrkräften häufig bei Hofbesuchen an die Landwirt:innen gestellt.

Heute können immer weniger Kinder und Erwachsene auf Erfahrungen aus dem eigenen Nutzgarten zurückgreifen. Inzwischen dienen, gerade in städtischen Ballungsräumen, oftmals Blumenkübel oder Balkonkästen für den Anbau von Gemüse oder Kräutern. Dass der hier verwendeten, im Baumarkt gekauften Erde, bereits Dünger zugemischt wurde, wird nicht wahrgenommen. Dadurch entsteht der Eindruck, dass Düngung nicht notwendig sei, da im „natürlichen“ Boden bereits alles an Nährstoffen enthalten ist, damit Pflanzen optimal gedeihen können. Geprägt

durch diese falsche Vorstellung stoßen Landwirt:innen, die ihre Felder düngen, vielfach auf Ablehnung.

Gleichzeitig sind Verbraucher:innen heute an eine optische Qualität der Lebensmittel gewöhnt, wie sie ohne Düngung kaum möglich ist. Schon Produkte, die nur eine geringe Abweichung von der Norm aufweisen, werden entweder durch den Handel oder in letzter Hand durch die Käufer:innen im Laden abgelehnt. Zudem sind die möglichen Folgen von zu viel Düngung vermehrt in der öffentlichen Diskussion. Hierzu zählt u. a. die Verlagerung von Nährstoffen, die nicht von Nutzpflanzen aufgenommen werden, in Oberflächengewässer oder in das Grundwasser. Beides kann, je nach verlagter Menge, zur Beeinträchtigung der Umwelt beitragen.

Damit sich Schüler:innen selbst eine Meinung bilden können, werden in dem folgenden Mystery verschiedene Fakten

dargestellt, die in einen Zusammenhang gebracht werden können. Diese Fakten wurden aufgrund der Komplexität der Thematik bewusst auf einzelne Aspekte reduziert und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Gerne können Lehrkräfte die hier dargestellten Sachverhalte um weitere Informationen ergänzen.

Offenlegung: Dieses Material wurde durch den STADT UND LAND e.V. mit fachlicher Beratung und finanzieller Unterstützung der Unternehmen Agri V Raiffeisen eG, Agravis Raiffeisen AG und Westfleisch (SCE, europäische Genossenschaft) erstellt. Die Partner bekennen sich zu den Prinzipien des „Beutelsbacher Konsenses“. Die Unternehmen nahmen keinen Einfluss auf die dargestellten Inhalte.

Bezug zum Lehrplan

Inhaltsfeld:

Landwirtschaft und Nahrungsmittelherstellung

Inhaltliche Schwerpunkte:

Landwirtschaftliche Produktion, Verbraucheraufklärung

Übergeordnete Kompetenzerwartungen des KLP WP (Schwerpunkte):

Die Schüler:innen können...

- ...auf der Grundlage vorhandener Hypothesen zu untersuchende Variablen (unabhängige und abhängige Variablen, Kontrollvariablen) identifizieren und diese in Untersuchungen und Experimenten systematisch verändern bzw. konstant halten (E4).
- ...Aufzeichnungen von Beobachtungen und Messdaten mit Bezug auf zugrundeliegende Fragestellungen und Hypothesen interpretieren und daraus qualitative und einfache quantitative Zusammenhänge sowie funktionale Beziehungen ableiten (E6).
- ...recherchieren (K5).
- ...zur Unterstützung einer Präsentation Medien sowie strukturierende und motivierende Gestaltungselemente angemessen und bewusst einsetzen (K7.2).
- ...Entscheidungen im Hinblick auf zugrunde liegende Kriterien, Wertungen und Folgen analysieren (B3).

Vorhabenbezogene Konkretisierung

Fragestellung: Was beeinflusst den Ernteertrag?

Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans

Die Schüler:innen können ...

- ...Faktoren beschreiben, die die Fruchtbarkeit von Böden bestimmen (UF1).
- ...das Minimumgesetz von Liebig zum Einfluss auf Faktoren für das Pflanzenwachstum an Beispielen erläutern (UF1).

- ...den Einfluss von äußeren Faktoren auf das Pflanzenwachstum untersuchen (E3, E4, E5, E6).
- ...Entscheidungen für den Einsatz von Düngemitteln unter Abwägung der Auswirkungen auf Ökosysteme und Menschen hinterfragen (B1, B2).
- ...zur Unterstützung einer Präsentation Medien sowie strukturierende und motivierende Gestaltungselemente angemessen und bewusst einsetzen (K7.2), (K5).

Zentrale Handlungssituationen

Die Schüler:innen erhalten die Gelegenheit ...

- ...Erkenntnisse zu den Kriterien des Pflanzenwachstums zu wiederholen (Jg. 6 „Boden“)
- ...ausgewählte Beispiele von Pflanzen mit Mangelerscheinung durch Mineralsalze zu analysieren (Modell der Minimum-Tonne)
- ...zur Recherche über den Einfluss einzelner Nährsalze auf Pflanzen
- ...zur Durchführung von Versuchsreihen zum Pflanzenwachstum mit unterschiedlichen Nährlösungen: Stickstoff, Phosphor, Eisen, wahlweise mit Bohnen, Mais, Erbsen oder Kresse.
- ...den Film „Meilensteine der Naturwissenschaften – Chemie in der Landwirtschaft – Justus von Liebig“ anzusehen
- ...ergänzende Schülervorträge z. B. mit PowerPoint vorzubereiten und zu halten:
 - Einsatz verschiedener Düngemittel (Berücksichtigung des Stickstoffkreislaufs)
 - Auswirkungen der chemischen Eingriffe auf die Umwelt, u. a. Gewässergüte

Quelle:

<https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-i/gesamt-schule/wahlpflichtunterricht-/naturwissenschaften/hinweise-und-beispiele/schulinterner-lehrplan/uv-bich-2-oekologischer-landbau.html>

Inhaltlicher Schwerpunkt des Mysterys ist die Notwendigkeit von Düngung, sowohl in der Erzeugung von Nahrungsmitteln als auch insgesamt für das Wachstum von gesunden Pflanzen. Die Protagonisten kommen aus der Lebenswelt der Schüler:innen. Das Thema Düngung muss anschließend im Unterricht noch vertieft werden. Hierzu können neben der theoretischen Vermittlung durch Filme, Arbeitsblätter und Präsentationen auch praktische Versuche angeboten werden. Denkbar wären hier z. B. Aussaatversuche unter verschiedenen Düngeintensitäten, Nährstoffuntersuchungen von verschiedenen Böden oder die Exkursion auf einen landwirtschaftlichen Betrieb.

Ziel des Mysterys ist es, die Bewertungskompetenz der Schüler:innen zu entwickeln. Die Methode ist dafür hervorragend geeignet, da schlussfolgernd ein Zusammenhang zwischen verschiedenen Personen hergestellt werden muss. Die fachlichen Informationen, die hier vermittelt werden, sind unmittelbar anwendungsbezogen.

Als weiterführende Informationen bieten sich

- der Film „Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik – Chemie in der Landwirtschaft“ (<https://www.br.de/fernsehen/ard-alpha/sendungen/schulfernsehen/meilensteine-duengemittel-liebig100.html>),
- das Material des Fonds der chemischen Industrie „Pflanzenernährung, Wachstum, Ernte“ (<https://www.vci.de/fonds/schulpartnerschaft/unterrichtsmaterialien/pflanzenernaehrung-wachstum-ernte.jsp?fsID=30747>) sowie die Seite
- „Nährstoffbedarf und Mangelsymptome bei Pflanzen“ (<https://www.neudorff.de/pflanzenwissen/duengung.html>) an.



Moderne Maschinen arbeiten die Gülle direkt in den Boden ein. So gehen kaum Nährstoffe über die Luft verloren. (Quelle: Agri V)

Sachanalyse zum Thema Düngung

Warum ist Düngung überhaupt notwendig?

In der Natur-Landschaft oder in Wäldern sorgt die Natur selbst dafür, dass genügend Nahrung für die Pflanzen vorhanden ist. Aus Pflanzenresten und anderem organischen Material entstehen durch die Zersetzung immer wieder neue Nährstoffe. Für diese Umsetzungsprozesse ist das Bodenleben von entscheidender Bedeutung: Viele Bodenlebewesen wie Asseln, Regenwürmer oder Käfer sowie zahlreiche Pilze und Bakterien sind daran beteiligt. Durch die Vielfalt und enorme Vielzahl dieser Organismen ist es erst möglich, Blätter, Fallobst oder Erntereste wie z. B. Stroh oder Wurzeln wieder in Nährstoffe umzuwandeln, die dann den Pflanzen wieder zur Verfügung stehen. Ein perfekter Kreislauf! Auf den meisten Feldern und in den meisten Gärten ist das natürliche Recycling von Nährstoffen jedoch gestört: Wir ernten Getreide, Kartoffeln, Früchte, Gemüse und Obst und mähen das Gras oder den Rasen. Dadurch entnehmen wir aus dem natürlichen Kreislauf viele Rohstoffe für unsere Ernährung oder als Tierfutter. Eine zusätzliche

Zufuhr von Nährstoffen durch Düngung ist daher notwendig, damit der Boden nicht verarmt und den Pflanzen ausreichend Nährstoffe zur Verfügung stehen.

Welches sind die wichtigsten Nährstoffe?

Zu den Hauptnährstoffen zählen Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg), Schwefel (S) und Kalzium (Ca). Daneben gibt es noch eine Reihe von sogenannten Spurennährstoffen. Wie der Name schon verrät, benötigt die Pflanze von ihnen nur vergleichsweise geringe Mengen. Dennoch sind sie entscheidend, z. B. für den Stoffwechsel und ein gutes Wachstum. Zu ihnen gehören Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Bor (B), Zink (Zn), Molybdän (Mo), Silizium (Si) und Mangan (Mn).

Welche Dünger gibt es?

Man unterscheidet zwei grundlegende Arten von Dünger: Wirtschaftsdünger und Mineraldünger. Zum Wirtschaftsdünger (auch organischer Dünger genannt) zählen Gülle, Mist, Jauche, Gärreste aus Biogasanlagen und Kompost, also oft Stoffe, die selbst auf dem Hof entstehen. Die Nährstoffe liegen hier in organischer Form vor, also als pflanzliches oder tierisches Material. Gülle ist

eine Mischung aus dem Kot und Harn von Nutztieren und besonders reich an Nährstoff-Verbindungen.

Bei Mineraldüngern (anorganischer Dünger) handelt es sich zumeist um Salze, die im Bergbau abgebaut werden (z. B. Kalisalze) oder aus chemischen Produktionsverfahren (z. B. Haber-Bosch-Verfahren) gewonnen werden. Die Mineraldüngerherstellung ist – im Gegensatz zum organischen Dünger – ein komplexer Prozess, bei dem verschiedene chemische Verfahren beteiligt sind. Mineraldünger können die Landwirt:innen als Granulat, Pulver oder in flüssiger Form kaufen. Dabei wird in der Nährstoffzusammensetzung zwischen Einnährstoffdünger und Mehrnährstoffdünger wie z. B. Volldünger, der Stickstoff, Kalium und Phosphor enthält, unterschieden.

Welche Vorteile und Nachteile haben die einzelnen Düngemittel?

Der Wirtschaftsdünger hat zunächst den Vorteil, dass der eigene Hof diesen Dünger produziert und die Nährstoffe für die Landwirt:innen nichts kosten. Allerdings liegen die Nährstoffe nicht sehr konzentriert vor. Daher sind die Lagerräume, (z. B. Güllesilos), und der Transport vergleichsweise teuer. Zum

anderen sind die Nährstoffe im Gegensatz zu Mineraldünger organisch gebunden und können nicht sofort von den Pflanzen aufgenommen werden. Dafür werden sie andererseits weniger schnell im Boden ausgewaschen und können langfristig ihre Wirkung entfalten. Die organischen Substanzen (Stroh, Pflanzenreste etc.) sind für die Humusbildung im Boden wichtig und dienen als Nahrungsgrundlage für Bodenorganismen. Eine besondere Form der organischen Düngung ist die Gründüngung. Nach der Ernte der Hauptfrucht im Herbst werden Zwischenfrüchte, wie Ackersenf oder Phacelia, ausgesät. Mit ihrem Aufwuchs binden sie Stickstoff, der sonst über den Winter ausgewaschen werden könnte. Im Frühjahr stellen sie diesen, nachdem sie zerkleinert und in den Boden eingearbeitet wurden, der nächsten Hauptfrucht zur Verfügung. Nachteile des Wirtschaftsdüngers sind, dass oft schwer abzuschätzen ist, wie viel der gebundenen Nährstoffe zu dem Zeitpunkt, an dem die Kulturpflanzen sie benötigen, tatsächlich freigesetzt sind.

Mineraldünger wird von den Landwirt:innen zugekauft, kostet also Geld. Der entscheidende Vorteil ist jedoch, dass die Landwirt:innen ganz gezielt

die Nährstoffe einsetzen können, die die Pflanzen zu einem bestimmten Zeitpunkt tatsächlich benötigen, da sie leicht löslich sind und so schnell ihre Wirksamkeit verbreiten können. Daher tragen Mineraldünger auch kaum zur Humusbildung bei. Eine längere, gezielte Freigabe ist durch sogenannte Depotdünger möglich. Hier sind die Nährstoffe mit einer Hüllschicht umgeben, die eine langsame Freisetzung ermöglicht. Die Lagerung und Ausbringung sind vergleichsweise kostengünstig.

Was passiert, wenn die Pflanze zu wenig Dünger erhält?

Sobald auch nur ein Nährstoff nicht ausreichend vorhanden ist, kann sich die Pflanze nicht optimal entwickeln: Sie bleibt klein, wird krankheitsanfällig und trägt wenig bis keine Früchte. Die Landwirt:innen ernten also eine geringere Menge oder nicht die Qualität, die die Verbraucher:innen oder Handel wünscht. In jedem Fall verdient er/sie weniger Geld. Der Ernteertrag wird dabei vom Minimum-Faktor bestimmt, d. h., dass der Mineralstoff, an dem der größte Mangel herrscht, das Pflanzenwachstum begrenzt. Dieses „Gesetz des Minimums“ wurde bereits Mitte des 19. Jahrhunderts durch Justus von Liebig

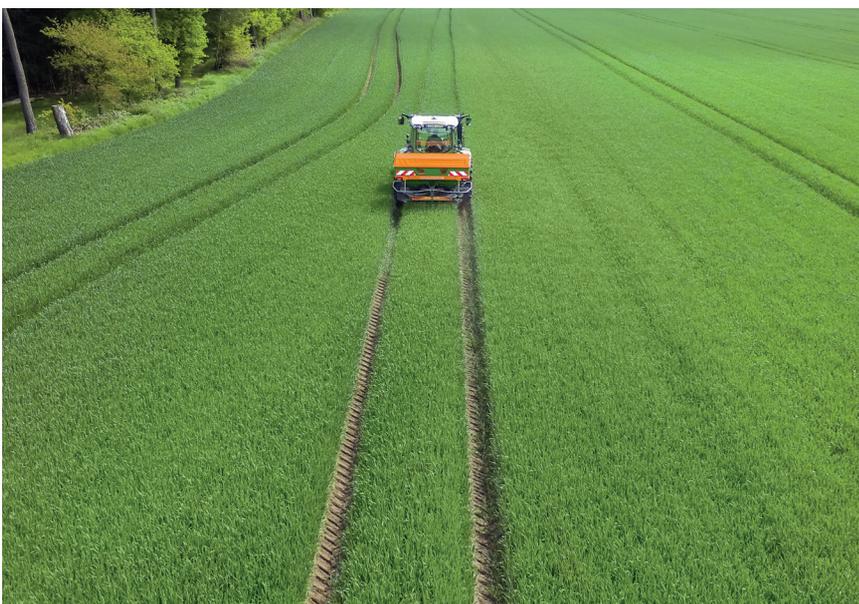
formuliert. Damit also die Pflanzen optimal wachsen können, auch wenn der Boden nicht alle Nährstoffe in der passenden Menge anbietet, wird dem Boden Dünger zugefügt.

Was passiert, wenn die Landwirt:innen zu viel düngen?

Nährstoffe kosten Geld. Daher müssen sich die Landwirt:innen genau überlegen, wie viel Dünger sie ausbringen. Für jede Nutzpflanze gibt es eine optimale Menge an Nährstoffen, die sie aufnehmen kann. Allerdings ist es nicht immer einfach, diese Menge exakt zu errechnen, denn sie hängt von der Düngereform, von der Temperatur und von den Niederschlägen ab. So kann es z. B. bei Wirtschaftsdünger schnell passieren, dass die Nährstoffe bei kaltem und trockenem Wetter nicht mineralisiert werden und so die Nutzpflanzen nicht optimal versorgt werden. Daher macht es Sinn, etwas mehr zu düngen als eigentlich nötig. Bei deutlich zu viel Dünger kann die Menge der Erntefrüchte allerdings auch abnehmen oder sich deren Qualität verschlechtern. Zudem bleiben die nicht aufgenommenen Nährstoffe auf dem Feld zurück. Sie können, wenn sie z. B. als leicht löslicher Mineraldünger vorliegen, durch Niederschläge in Oberflächengewässer (überwiegend Phosphat und Stickstoff) oder ins Grundwasser (Stickstoff als Nitrat) ausgewaschen werden oder in die Luft entweichen (Stickstoff als Ammoniak). Dies belastet dann die Umwelt.

Können die Landwirt:innen so viel Dünger ausbringen wie und wann sie möchten?

Um eine Überdüngung und Umweltbelastungen zu vermeiden, die Pflanzen aber dennoch ausreichend mit Nährstoffen zu versorgen, gibt es die Düngerverordnung. An sie müssen sich die Landwirt:innen per Gesetz halten. Hier sind z. B. Höchstmengen an Dünger je Fläche und Sperrfristen für die Aus-



Düngerstreuer werden für die Ausbringung von Mineraldünger verwendet. (Quelle: Amazone)

bringung festgelegt. Zudem müssen die Landwirt:innen pro Feld eine Düngebilanz erstellen, in der sie den noch im Boden vorrätigen Dünger auf den Quadratmeter genau berücksichtigen. Auch die Art der Lagerung der Wirtschaftsdünger ist genau festgelegt, um Emissionen zu vermeiden.

Woran erkennen die Landwirt:innen Nährstoffmangel bei den Nutzpflanzen?

Ein typisches Kennzeichen für eine Nährstoff-Unterversorgung sind sogenannte Chlorosen. Hierbei handelt es sich um ein Krankheitssymptom, welches sich zunächst durch eine charakteristische Gelbfärbung einzelner Blattpartien oder ganzer Blätter bemerkbar macht. Später werden diese Stellen dann braun. Neben

Triebe und Blätter. Er ist zudem ein wichtiger Eiweiß- und Chlorophyllbaustein in den Pflanzen. Bei Unterversorgung kümmert die gesamte Pflanze, da der Stoffwechsel gestört wird. Fehlt Stickstoff, geht die Photosynthese-Leistung der Pflanze zurück, neue Blätter bleiben klein, schmal und sind blassgrün bis gräulich gefärbt. Ist der Mangel sehr groß, können die Blätter auch einfach abfallen. Die Blüten lassen sich schwerer befruchten, was zu Ernteeinbußen führt.

Kalium bewirkt in der Pflanze einen guten Wasserhaushalt sowie ein stabiles Gewebe und Festigkeit. Bei Mangel wirkt die Pflanze trotz ausreichender Wasserzufuhr schlaff, die Blätter fangen vom Rand beginnend an zu vertrocknen.

krümelstruktur. Zudem sorgt es für kompakte Pflanzenzellen sowie für ein gut ausgebildetes Wurzelsystem. Bei einem Mangel entstehen an Früchten braune Stellen, beispielsweise Stippigkeit beim Apfel, Blütenendfäule bei Tomate und Paprika. Ein Calcium-Überschuss hemmt die Aufnahme von Magnesium, Kalium und Eisen.

Magnesium ist Bestandteil des Blattgrüns (Chlorophyll) und somit wichtig für die Fotosynthese. Bei einer Unterversorgung werden vor allem ältere Blätter gelb, die Blatt-Adern bleiben grün. Zu viel Magnesium kann einen Calcium-Mangel hervorrufen.



Kalkdünger zur Bodenverbesserung wird als feines Pulver ausgebracht. (Quelle: Agri V)

Blattverfärbungen können auch starke Wachstumsstörungen auftreten. Ebenso häufig kommen Symptome an Früchten vor, z. B. ist das Aufplatzen von Tomaten ein Hinweis auf Kaliummangel. Diese Früchte lassen sich dann nicht mehr verkaufen.

Was bewirken die einzelnen Nährstoffe?

Stickstoff gilt als der Motor des Wachstums und fördert die Entwicklung der

Ein Überschuss an Kalium bewirkt einen Magnesium-Mangel.

Phosphor ist insgesamt wichtig für Blüten, Früchte und Samen. Ein Mangel an Phosphor bewirkt einen Kleinwuchs und starre, rötlich verfärbte Blätter. Die Bildung von Blüten und Früchten wird beeinträchtigt. Ein Überschuss blockiert die Aufnahme von Eisen.

Calcium fördert das Bodenleben und sorgt im Boden für eine stabile Boden-

Wie bringen die Landwirt:innen den Dünger auf die Flächen?

Mist wird mit dem Miststreuer, Gülle mit dem Güllefass ausgebracht und möglichst schnell in den Boden eingearbeitet. Mineraldünger werden als kleine Kügelchen mit dem Düngerstreuer verteilt. Zunehmend werden Mineraldünger aber auch in flüssiger Form ausgebracht, da er so gezielter und auch auf Teilflächen genauer eingesetzt werden kann.

Die Mystery-Methode

Die Mystery-Methode ist eine problemorientierte Unterrichtsmethode, die ursprünglich aus dem Geographieunterricht stammt. Sie lässt sich jedoch auch gut in andere Fächer, wie Biologie bzw. Naturwissenschaften integrieren. Das englische Wort *mystery* kann mit „Geheimnis“ oder „Rätsel“ übersetzt werden. So handelt es sich bei dieser Methode tatsächlich um ein Rätsel, welches die Schüler:innen dazu auffordert, verschiedene Fakten miteinander in Beziehung zu setzen und dadurch der Lösung näher zu kommen. Diese Methodik kann vor allem als Einstieg in eine Unterrichtsreihe oder auch zur Erarbeitung komplexer Thematiken, wie sie bei landwirtschaftlichen Themen häufig vorliegen, im Unterricht eingesetzt werden.

Zu Beginn der Methode wird zunächst als **Impuls** eine Aussage oder Frage präsentiert, die das zentrale Thema des Mysterys umschreibt. Diese kann einen scheinbaren Widerspruch enthalten oder in sich rätselhaft sein. Die Lehrkraft präsentiert sie entweder durch einfaches Vorlesen oder visuell an der Tafel oder auf einer Folie.

Zum Start sollen die Schüler:innen diese Aussage im Plenum diskutieren und überlegen, welche Bedeutung dahinter stecken könnte. Diese Vermutungen erfolgen rein spekulativ, da den Schüler:innen jegliche Hintergrundinformationen und Zusammenhänge der Leitaussage unbekannt sind. Dennoch steigern diese Spekulationen in hohem Maße die Motivation der Lernenden.

Anschließend wird die Ausgangsgeschichte von der Lehrkraft vorgelesen. Daran schließt sich die **Erarbeitungsphase** an, für die etwa 30 bis 45 Minuten angesetzt werden sollten, je nach Komplexität und Umfang des Mysterys oder der Leistungsstärke der Lerngruppe. Die Schüler:innen

arbeiten hier in Kleingruppen von vier bis sechs Personen zusammen. Sie erhalten pro Gruppe einen Arbeitsauftrag, der den Ablauf dieser Phase Schritt für Schritt erläutert, ein leeres Plakat, Kleber, Filzstifte sowie einen Umschlag mit Kärtchen. Letztere enthalten Informationen, die zur Lösung der Aufgabe benötigt werden.

Die Aufgabe der Kleingruppen ist es nun, diese Kärtchen nacheinander einzeln aus dem Umschlag zu nehmen und einander vorzulesen. Nach und nach legen sie diese dann lose so auf dem Plakat aus, dass zwischen den Karten logische Verknüpfungen entstehen, die zur Beantwortung der Leitaussage beitragen. Haben die Schüler:innen alle Kärtchen auf dem Plakat verteilt, so können sie diese noch verschieben und über Kategorien und Zusammenhänge diskutieren. Es entsteht ein sogenanntes Lege-Bild. Sind die Lernenden sich über die Anordnung der Kärtchen in ihrer Kleingruppe einig, so können sie diese auf dem Plakat festkleben und mithilfe von Überschriften, Pfeilen oder eigenen Markierungen erkannte Zusammenhänge und Kategorien verdeutlichen. Wichtig ist es, die Schüler:innen darauf hinzuweisen, dass es bei der Anordnung der Kärtchen im Lege-Bild keine richtigen und falschen Varianten gibt. Vielmehr steht die sinnvolle Verknüpfung der einzelnen Informationen im Vordergrund.

Eine Differenzierung zwischen den Leistungsniveaus der Gruppen ist innerhalb dieser Phase gut umzusetzen. Leistungsstärkeren Kleingruppen können Zusatzumschläge zur Verfügung gestellt werden, die entweder vertiefende Informationen zur Thematik enthalten oder Kärtchen, die zwar zum Kontext passen, aber für die Beantwortung der Leitaussage nicht relevant sind. Leistungsschwächeren Kleingruppen können hingegen Hilfekarten angeboten werden, die den Lernenden Hinweise auf eine mögliche Kategorisierung der Kärtchen geben. Während dieser Phase sollte die Lehrper-

son darauf achten, dass die Kleingruppen den Arbeitsauftrag gründlich durchgehen und sich die Kärtchen gegenseitig so vorlesen, dass alle Gruppenmitglieder den Inhalt verstehen. Die Lehrkraft interagiert währenddessen als Berater und Beobachter. Durch gezielte Fragen nach dem Inhalt der Kärtchen oder mithilfe von kritischen Fragen zum Aufbau des Lege-Bildes kann sie gegebenenfalls Unterstützung bieten.

In der folgenden **Präsentationsphase** werden die Ergebnisse der verschiedenen Kleingruppen vorgestellt. Dies kann beispielsweise durch einen Galeriegang geschehen. Bei dieser Unterrichtsmethode werden die Plakate an der Wand wie in einer Galerie ausgestellt. Es werden neue Kleingruppen gebildet, die aus je einem Mitglied der vorherigen Teams bestehen und im Anschluss von Plakat zu Plakat gehen. Die Plakate werden von dem Gruppenmitglied erklärt, das bei der Erstellung beteiligt war. Nach einer festgelegten Zeit begibt sich die Gruppe zum nächsten Plakat.

Ziel ist es, alle Arbeiten der einzelnen Kleingruppen wertzuschätzen und Gelegenheit für Diskussionen zu bieten. Es können beispielsweise die unterschiedlichen Herangehensweisen und Anordnungen der Kärtchen auf dem Plakat angesprochen werden. Anschließend nennen die einzelnen Gruppen ihre Antworten auf die Leitaussage. Diese können direkt auf das Plakat geschrieben werden. Anschließend sollte erneut über die Ergebnisse diskutiert werden und eine Reflexion folgen, um das Gelernte zu festigen. Hierfür können die Schüler:innen einen vertiefenden Arbeitsauftrag erhalten oder die besprochenen Ergebnisse schriftlich festhalten.

(Quelle und weiterführende Informationen: Mühlhausen, J., Pütz, N. (Hrsg.) (2013): *Mysterys: 9 rätselhafte Fälle für den Biologieunterricht: Materialien Sek. I*. Hallbergmoos: Aulis)

Exemplarischer Verlaufsplan für eine Doppelstunde (90 Minuten)

Phase	Geplanter Verlauf	Medien, Aktions-, Arbeits- und Sozialformen
Impuls	Tafelanschrieb oder Folie mit Leitfrage/-aussage	Tafelanschrieb oder Overhead oder Beamer
Einstieg (5 Minuten)	Was könnte dieser Satz bedeuten?	Plenum, evtl. Sammlung der Vermutungen an der Tafel
Instruktion (5 Minuten)	Einteilung der Schüler:innen in Kleingruppen; Arbeitsvorlage mit Anweisungen als Folie; Schüler:innen bekommen Plakate und Umschläge; ggf. Hinweise auf Erweiterungskärtchen	Plenum, Arbeitsvorlage mit Anweisungen (Beamer/OHP), Umschläge mit Mysterykärtchen, Plakate oder Flipchart-Blätter, Klebestifte, Eddings in verschiedenen Farben
Erarbeitung I (30 bis 45 Minuten)	Schüler:innen stellen durch Auslegen der Kärtchen auf den Plakaten Zusammenhänge her und verknüpfen diese mit der Leitfrage/-aussage.	Gruppenarbeit, Mystery, Erstellen von Plakaten durch Auslegen und Aufkleben von Kärtchen, Visualisieren der Zusammenhänge z. B. durch beschriftete Pfeile, Überschriften etc. in verschiedenen Farben
Erweiterung	Gruppen mit leistungsstarken Schüler:innen holen sich zusätzliche Karten ab; Gruppen mit leistungsschwachen Schüler:innen können Hilfestellungen erhalten.	Ergänzung der bisher erarbeiteten Mysterylösung
Präsentation (25 Minuten)	Die einzelnen Gruppen präsentieren ihre Lösungen nacheinander im Plenum oder per Galeriegang. Die Gruppen stellen ihre Plakate mit den einzelnen Strängen und Antworten auf die Leitfrage/-aussage vor. Evtl. Darstellung der Erweiterungskärtchen für Schüler:innen, die diese nicht bearbeitet haben.	Plenum, Plakate
Reflexion und Ergebnissicherung (10 Minuten)	Schüler:innen untersuchen die Unterschiede der einzelnen Lösungsplakate. Woher kommen diese? Warum wurden einzelne Informationen anders gruppiert oder weggelassen? Als Abschluss wird eine gemeinsame Lösung auf die Leitfrage/-aussage formuliert und schriftlich festgehalten.	Plenum, Plakate



Hinweis: Die Mysterykarten als Kopiervorlagen sowie die Musterlösungen können Sie unter <https://stadtundland-nrw.de/lernort-bauernhof/fuer-lehrkraefte/> herunterladen.



Mögliche Lernziele des Mysterys

Kognitive Lernziele:

Die Schüler:innen können ...

- ...neue Informationen und Gedankengänge des Mysterys strukturieren, indem sie vorhandenes Vorwissen aktivieren und benennen.
- ...Informationen aus dem dargebotenen Mystery miteinander in Beziehung setzen, indem sie Einzelinformationen der Karten gewichten und analysieren.
- ...Informationen aus dem Mystery miteinander in Beziehung setzen, indem sie begründete Hypothesen aufstellen.
- ...die Informationen der einzelnen Karten miteinander in Beziehung setzen, indem sie Stränge und Karten durch Pfeile und Skizzen miteinander verbinden und darstellen.
- ...Informationen ordnen und strukturieren, indem sie die Karten des Mys-

terys in einer begründeten Ordnungsstruktur auf einem Plakat präsentieren.

- ...positive und negative Aspekte der Düngung erkennen, indem sie jeweils einen Vorteil und ein mögliches Risiko von Düngung benennen können.
- ...im Anschluss an die Bearbeitung des Mysterys ihren individuellen Lernprozess und die angewandten Lösungsstrategien reflektieren, indem sie benennen, was bei der Bearbeitung gut gelungen ist und wo es Schwierigkeiten gab.
- ...im Anschluss an die Bearbeitung ihre Gruppenarbeit und das Kooperationsvermögen reflektieren, indem sie die Schwierigkeiten und positiven Aspekte im sozialen Miteinander benennen.

Soziale Lernziele:

Die Schüler:innen sind in der Lage...

- ...in einer Kleingruppe das Mystery zu bearbeiten, indem sie den anderen Ler-

nenden zuhören und deren Vorschläge in Bezug auf die eigene Auffassung abwägen.

- ...in den Kleingruppen eine gemeinsame Lösung der Leitfrage zu erreichen, indem sie mögliche Konflikte im Bearbeitungsprozess lösen und Unstimmigkeiten gemeinsam beheben.
- ...in ihren Kleingruppen zusammenzuarbeiten, indem sie die Gesprächsregeln berücksichtigen, auf andere Schüler eingehen und sich an Absprachen halten.
- ...ihre eigene Meinung begründet zu vertreten, indem sie Argumente und Belege nennen, die zur Beantwortung der Leitfrage beitragen.

Affektive Lernziele:

Die Schüler:innen arbeiten motiviert an der Lösung des Mysterys, indem sie eigenes Vorwissen sowie Vorerfahrungen in den Bearbeitungsprozess einbringen.

Basiskarten sind grün, optionale Erweiterungskarten z.B. für leistungsstarke Lerngruppen, sind orange gekennzeichnet.

Aus den Nummerierungen lassen sich keine direkten Zusammenhänge ableiten.

Einführungsgeschichte: Warum wächst das Gras bei Bauer Edgar so gut, obwohl er häufig mit dem Traktor darüber fährt?

Max und Leon spielen im selben Fußballverein. Leon wohnt auf einem Bauernhof am Stadtrand und sein Vater Edgar küm-

mert sich um den Rasen auf dem Fußballplatz. Max ist erst vor kurzem mit seinen Eltern Stefan und Beate aus einer Wohnung von der Innenstadt an den Stadtrand gezogen. Dort haben sie sich ein Haus gebaut. Max freut sich, dass sein Vater für ihn Fußball-Rasen im Garten einsäen möchte. Beate möchte eigenes

Gemüse im Garten anbauen. Nach einiger Zeit müssen sie aber feststellen, dass der Rasen nicht gut wächst und das Gemüse klein bleibt und nicht so aussieht, wie das der Nachbarin oder das aus dem Supermarkt.

Ganz in der Nähe ihres Hauses liegen die Felder und Wiesen von Bauer Edgar. Dort sehen Stefan und Beate, wie er Gülle, Mist oder Mineraldünger auf die Flächen fährt. Das verstehen sie nicht, denn aus den Medien wissen sie, dass zu viel Dünger nicht gut für die Umwelt sein soll. Daher wollen sie in ihrem Garten komplett auf Dünger verzichten.

Auf dem Sommer-Fußball-Turnier kommen Stefan und Beate mit Bauer Edgar ins Gespräch. Sie wollen wissen, wie er das macht, dass der Rasen so grün und dicht aussieht. Plötzlich wird ihnen klar, warum es in ihrem Garten nicht gut läuft...



(Quelle: Adobe Stock)

Stefan und **Beate** sind mit ihrem Sohn **Max** gerade erst von der Innenstadt an den Stadtrand ins eigene, neue Haus mit Garten gezogen. Sie freuen sich darauf, den Garten anzulegen und selbst Kartoffeln, Gemüse und Salat zu ernten. „Das kann doch so schwer nicht sein“, sagt **Beate** zu **Stefan**. Wirklich Erfahrung haben sie aber beide nicht.

Mysterykarten zum Thema Düngung

01 02

Max spielt Fußball im Verein. Er freut sich vor allem auf den großen Garten, wo er unbedingt ein Fußballtor aufstellen möchte. Noch ist der Garten eher ein brauner, sandiger Acker. Mit seinem Vater geht **Max** zu einer Gartenbaufirma. Dort wollen sie Saatgut für den besten und grünsten Fußballrasen aussuchen.

Mysterykarten zum Thema Düngung

In der Gartenbaufirma empfiehlt der Berater den „Super-Fußball-Rasen“ und erklärt: „Damit der Rasen gut wächst, muss er regelmäßig bewässert und vor allem gedüngt werden.“

Stefan sagt: „Rasen muss man doch nicht düngen, der wächst doch einfach so, wenn er genug Wasser hat! Das Geld können wir sparen.“

Mysterykarten zum Thema Düngung

03 04

Max kann nicht mehr abwarten und läuft mit seinem Ball auf den Rasen. Sein Vater ruft: „Runter vom frisch ausgesäten Rasen! So wird der nie grün und kräftig!“ **Max** denkt sich: „Aber Bauer Edgar fährt ständig mit dem Traktor darüber! Wie kann das sein, dass sein Gras so gut aussieht?“

Mysterykarten zum Thema Düngung



Mysterykarten zum Thema Düngung

05 06



Liebigsche Tonne

Mysterykarten zum Thema Düngung

Gemeinsam säen **Stefan** und **Max** den Rasen genau nach Anleitung ein. Zuerst wächst er sehr gut. Aber nachdem sie ihn mehrfach gemäht und den Grünschnitt in die Biotonne geworfen haben, bleiben die Halme klein und dünn. Außerdem ist der Rasen gar nicht richtig grün, sondern eher grau.

Mysterykarten zum Thema Düngung

07 08

Beate hat ihren Gemüsegarten bepflanzt. Sie gießt dort jeden Tag und jätet das Unkraut. Trotzdem bleiben die Pflanzen klein und schwach. Etwas neidisch schaut sie über den Gartenzaun auf die großen, kräftigen Pflanzen ihrer Nachbarin. „Was ist ihr Geheimnis?“, fragt sie sich.

Mysterykarten zum Thema Düngung

Sterben in der freien Natur Pflanzen oder Pflanzenteile ab, so sorgen kleine Tiere, Pilze und Bakterien dafür, dass die organische Masse zersetzt und mit dem Boden vermischt wird. Somit stehen die abgebauten Stoffe anderen Pflanzen wieder als Nährstoffe zur Verfügung, bis sie selbst absterben. Man bezeichnet dies als Nährstoffkreislauf.

Mysterykarten zum Thema Düngung

09 10

Auf Flächen, die vom Menschen bewirtschaftet werden wie Äcker, Gärten und Wiesen, werden große Teile der Pflanzen als Ernte abgefahren. Die Nährstoffe, die hier z.B. in Kartoffeln oder Getreidekörnern enthalten sind, gehen dem Kreislauf verloren, da sie nicht mehr auf die Felder zurückkehren. Die Bodenfruchtbarkeit nimmt ab.

Mysterykarten zum Thema Düngung

Die Nachbarin erzählt: „Im Frühjahr habe ich mir von **Bauer Edgar** hier im Dorf mehrere Schubkarren Mist geholt und als Dünger gut in den Boden eingearbeitet. So wachsen die Pflanzen am besten.“

Mysterykarten zum Thema Düngung

Beate und Stefan haben bei ihren Spaziergängen beobachtet, dass **Bauer Edgar** schon mehrfach mit dem Güllefass oder dem Düngerstreuer über seine Felder gefahren ist. „So häufig, wie der fährt, bringt der viel zu viel Kunstdünger oder Gülle aus. Das kann nicht gut sein!“, sagt **Beate**.

Mysterykarten zum Thema Düngung

Erst um 1850 erkannte der Forscher Justus von Liebig die Notwendigkeit, dem Boden nach der Ernte wieder Mineralstoffe durch Naturdünger (z. B. Stalldung, Gülle, Kompost) oder durch Mineraldünger zurückzugeben. Das Prinzip der Düngung war geboren. Ab 1910 wurde Dünger auch industriell hergestellt. Dies führte zu deutlichen Ertragssteigerungen.

Mysterykarten zum Thema Düngung

Bauer Edgar hat dazu extra an mehreren „Greenkeeper“-Fortbildungen teilgenommen und ist stolz darauf, dass der Rasen immer schön dicht und perfekt grün ist. Zum Thema Düngung konnte er dort viel Neues lernen

Mysterykarten zum Thema Düngung

Edgar erzählt: „Dünger hilft nicht nur, dass der Rasen so grün bleibt. Auch die Pflanzen auf den Feldern wachsen schneller, die Ernte ist größer und die Qualität der Früchte ist besser.“

Mysterykarten zum Thema Düngung

11 12

Leon ist der Sohn von Bauer Edgar. **Max** und er spielen im selben Verein Fußball. Da in den Sommerferien kein Training stattfindet, beschließen sie, sich in der Zeit zum Kicken zu treffen. „Lass uns doch bei dir im Garten auf deinem neuen Super-Rasen trainieren“ schlägt **Leon** vor. „Mein Rasen ist nicht so doll gewachsen“, sagt **Max** traurig

Mysterykarten zum Thema Düngung

13 14

Die Beobachtung, dass die Bodenfruchtbarkeit abnimmt, machten schon die ersten Ackerbauer vor Tausenden von Jahren. Eine richtig gute Lösung dagegen fanden sie nicht. Die Ernten blieben lange Zeit gering und man konnte keine großen Nahrungsvorräte für schlechte Jahre anlegen.

Mysterykarten zum Thema Düngung

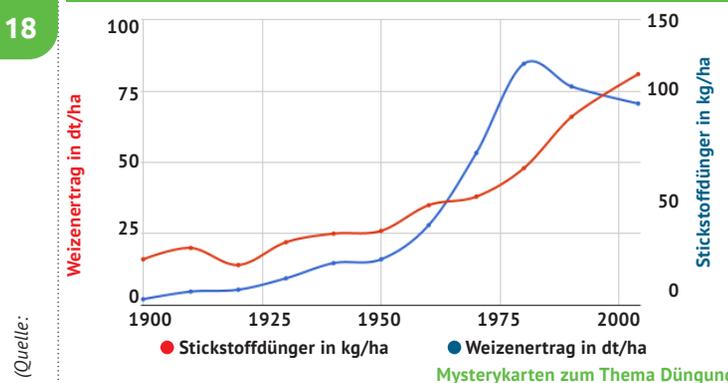
15 16

Auf dem Sommer-Fußball-Turnier kommen **Beate und Stefan** mit **Bauer Edgar** ins Gespräch. Als **Edgar** erzählt, dass er hier den Rasen des Sportvereins pflegt, ist **Stefan** sehr interessiert. Er will wissen, warum der Rasen dort so gut wächst und so grün ist.

Mysterykarten zum Thema Düngung

17 18

Ertragssteigerung Weizen in Deutschland



Mysterykarten zum Thema Düngung

19 20

Dünger besteht aus verschiedenen Nährstoffen wie Stickstoff, Phosphor, Kalium. Auch viele Spurenelemente wie Eisen oder Kupfer sind enthalten.

Mysterykarten zum Thema Düngung

Edgar erklärt: „Immer wenn ich das gemähte Gras vom Sportplatz oder Früchte vom Feld abfahre, gehen dem Boden dadurch Nährstoffe verloren. Diese muss ich dann durch Dünger wieder ersetzen. Sonst wächst bald nicht mehr viel auf der Fläche!“

Mysterykarten zum Thema Düngung

21 22

„Aber man muss genau darauf achten, dass die Pflanzen die Nährstoffe auch aufnehmen können. Mehrere kleine Gaben sind hier besser als eine große“, erklärt **Edgar**.

„Ah, jetzt verstehe ich, warum **Edgar** so oft mit dem Düngerstreuer über seine Felder fährt“, denkt sich **Stefan**.

Mysterykarten zum Thema Düngung

Edgar sagt: „Den Fußballplatz zu düngen, ist einfach: Die Bodenqualität auf der gesamten Fläche ist gleich. Somit wächst der Rasen überall gleich gut und benötigt die gleiche Düngermenge. Außerdem ist das Fußballfeld rechteckig. Auf meinen Äckern ist das nicht so!“

Mysterykarten zum Thema Düngung

23 24

„Hier helfen mir aber verschiedene Computer dabei, dass kein Dünger über den Feldrand fliegt und - je nach Bodenqualität - alle Pflanzen exakt den Dünger bekommen, den sie benötigen. GPS, digitale Karten, Apps und Radarsensoren sind heute an modernen Düngerstreuern ganz normal.“, erklärt **Edgar**.

Mysterykarten zum Thema Düngung



Traktor mit Düngerstreuer

Mysterykarten zum Thema Düngung

25 26

Die Nährstoffe für Mineraldünger werden z. B. im Bergbau abgebaut. Sie werden dann so behandelt, dass man sie in kleinen Kügelchen kaufen kann. So lassen sie sich gut und exakt mit dem Düngerstreuer ausbringen. Mineraldünger kann gut und schnell durch die Pflanzen aufgenommen werden

Mysterykarten zum Thema Düngung

Als Wirtschaftsdünger bezeichnet man die Ausscheidungen von Tieren (Gülle, Mist...) oder verschiedene pflanzliche Düngerarten wie Kompost. Sie werden auch als organischer Dünger bezeichnet. Ihre Nährstoffe können oft nicht direkt von den Pflanzen aufgenommen werden und wirken erst nach einiger Zeit.

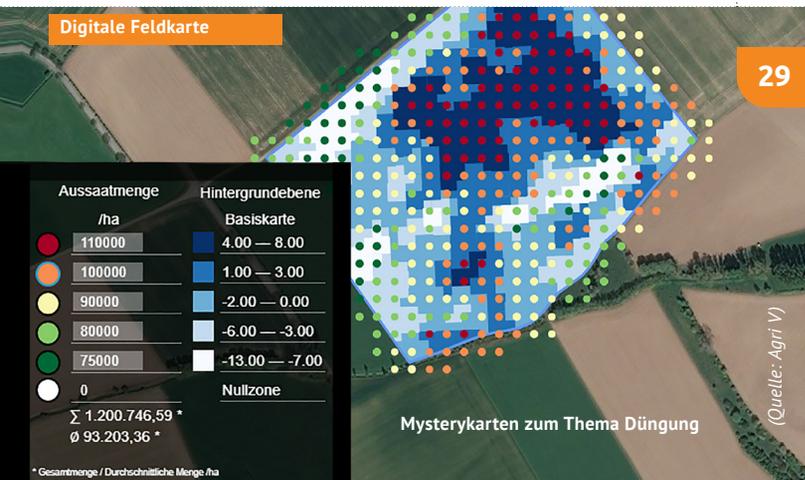
Mysterykarten zum Thema Düngung

27 28



Güllefass mit Schleppschlauch

Mysterykarten zum Thema Düngung



29 30

Die Zusammensetzung der Nährstoffe ist bei der Düngung wichtig. Fehlt den Pflanzen ein bestimmter Nährstoff, so begrenzt dieser das Wachstum – ganz egal wie viel von den anderen Nährstoffen zur Verfügung steht. Der Mangel an einzelnen Nährstoffen zeigt sich deutlich an den Pflanzen und Früchten. Jeder Nährstoff zeigt dabei ein typisches Mangelsymptom.

Mysterykarten zum Thema Düngung

* Gesamtmenge / Durchschnittliche Menge /ha

Wenn zu viel Dünger oder er außerhalb der Wachstumszeit ausgebracht wurde, können die Pflanzen die Nährstoffe nicht vollständig aufnehmen. Dann kann der Dünger auch zum Problem werden, da seine Nährstoffe die Umwelt belasten können.

Mysterykarten zum Thema Düngung

Kalium steuert den Wasserhaushalt der Pflanze, festigt das Gewebe und steigert das Aroma von Obst und Gemüse.

Mangelsymptome: Pflanzen welken schnell. Ältere Blätter werden vom Rand her gelb und trocknen ein. Geschmack und Haltbarkeit von Obst und Gemüse sind verringert.

Mysterykarten zum Thema Düngung

Stickstoff sorgt für das Längen- und Blattwachstum der Pflanze.

Mangelsymptome: Insgesamt schwaches Wachstum; Blätter werden gleichmäßig hell- bis gelbgrün, bei älteren Blättern beginnend.

Mysterykarten zum Thema Düngung

Calcium sorgt für kompakte Pflanzenzellen sowie ein gut ausgebildetes Wurzelsystem.

Mangelsymptome: an Früchten braune Stellen, beispielsweise Stippigkeit beim Apfel, Blütenendfäule bei Tomate und Paprika.

Mysterykarten zum Thema Düngung

Phosphor und Stickstoff können oberirdisch durch Niederschläge in Seen oder Flüsse gespült werden. Die Nährstoffe regen im Wasser das Algenwachstum an. Dadurch entsteht dort ein Sauerstoffmangel, sodass z. B. in Seen die Fische sterben können.

Mysterykarten zum Thema Düngung

31 32

Gesetzliche Regelungen stellen inzwischen sicher, dass möglichst wenig Dünger in das Grundwasser, in Flüsse und Seen und in die Luft gelangt. Die meisten Landwirt:innen verwenden heute moderne Technik, die z.B. dafür sorgt, dass die Gülle direkt in den Boden eingearbeitet wird und so die Nährstoffe nicht verloren gehen können.

Mysterykarten zum Thema Düngung

33 34



(Quelle: Adobe Stock)

Kaliummangel

Mysterykarten zum Thema Düngung

35 36



(Quelle: Adobe Stock)

Stickstoffmangel

Mysterykarten zum Thema Düngung

37 38



(Quelle: Adobe Stock)

Calciummangel

Mysterykarten zum Thema Düngung

39 40

Stickstoff kann leicht durch Niederschläge als Nitrat ins Grundwasser gelangen und sich dort anreichern. Will man das Grundwasser als Trinkwasser nutzen, so darf die Menge von 50 mg Nitrat pro Liter Wasser nicht überschritten werden.

Mysterykarten zum Thema Düngung



Warum wächst das Gras bei Bauer Edgar so gut, obwohl er häufig mit dem Traktor darüber fährt?

Nutzen der Düngung

9
10
14
15
18

Welche Dünger gibt es?

25	28
20	27
	26

Beates Gemüse

8
11

Bauer Edgar

Umwelt

13
16
21
19
23
17

Nährstoff-Mangel

6	30
34	33
36	35
38	37

1

Warum wächst der Rasen nicht?

2
3
4
7
12
5

Lösungsbild als Download:



LÖSUNG:

Pflanzen brauchen für ein optimales Wachstum die richtigen Nährstoffe - idealerweise in mehreren kleinen Gaben.

