



ZSL

**Zentrum für Schulqualität
und Lehrerbildung**
Baden-Württemberg

Agrarbiologie

Handreichung zur Einführung des Bildungsplans im
Beruflichen Gymnasium ab Schuljahr 2021/2022



Redaktionelle Bearbeitung

Redaktion	Steffen Maisch, Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung (ZSL)
Autor/in	Uwe Bauer, Richard-von-Weizsäcker-Schule Öhringen Benjamin Gökeler, Fritz-Ruoff-Schule Nürtingen Jutta Fechler, Bertha-von-Suttner-Schule Ettlingen Tina Gaiser, Berufsschulzentrum Radolfzell Dr. Bernd Raber, Edith-Stein-Schule Freiburg Martina von Lieres, Edith-Stein-Schule Freiburg
Erscheinungsjahr	2021

Impressum

Herausgeber	Land Baden-Württemberg vertreten durch das Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung (ZSL) Heilbronner Straße 314, 70469 Stuttgart Telefon: 0711 21859-0 Telefax: 0711 21859-701 E-Mail: poststelle@zsl.kv.bwl.de Internet: www.zsl-bw.de
Urheberrecht	Inhalte dieses Heftes dürfen für unterrichtliche Zwecke in den Schulen und Hochschulen des Landes Baden-Württemberg vervielfältigt werden. Jede darüber hinausgehende fotomechanische oder anderweitig technisch mögliche Reproduktion ist nur mit Genehmigung des Herausgebers möglich. Soweit die vorliegende Publikation Nachdrucke enthält, wurden dafür nach bestem Wissen und Gewissen Lizenzen eingeholt. Die Urheberrechte der Copyrightinhaber werden ausdrücklich anerkannt. Sollten dennoch in einzelnen Fällen Urheberrechte nicht berücksichtigt worden sein, wenden Sie sich bitte an den Herausgeber. Bei weiteren Vervielfältigungen müssen die Rechte der Urheber beachtet bzw. deren Genehmigung eingeholt werden. © Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung, Stuttgart 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Vorbemerkungen zum neuen Bildungsplan	4
1.1	Grundlegende Neuerungen	4
1.2	Umsetzung der Kompetenzorientierung	4
1.3	Bemerkungen zu den Inhalten	5
1.4	Veränderte gesellschaftliche, technische oder rechtliche Rahmenbedingungen	6
2	Einsatzmöglichkeiten von digitalen Medien im Unterricht	6
3	Umsetzungsbeispiele	9
3.1	Stickstoffdynamik und -stoffwechsel (BPE 7)	9
3.2	Wiederkäuerverdauung und Fütterung (BPE 8.3 und 8.4).....	36
3.3	Züchtung beim Rind (BPE 12)	40
4	Umsetzungsbeispiele für Vertiefung – individualisiertes Lernen – Projektunterricht (VIP)	57

1 Allgemeine Vorbemerkungen zum neuen Bildungsplan

1.1 Grundlegende Neuerungen

Der neue Bildungsplan zeichnet sich insbesondere durch eine konzeptionelle Weiterentwicklung der Kompetenzorientierung aus. Jeder Bildungsplaneinheit sind die übergeordneten Ziele vorangestellt. Untergeordnete Zielformulierungen unterteilen und konkretisieren den Bildungsplan durch die einzelnen Inhalte, welche durch eine Hinweisspalte ergänzt ist, die zusätzliche unterrichtliche Hinweise gibt. Der Bildungsplan im Agrarwissenschaftlichen Gymnasium wurde erst 2016 gründlich erneuert. Daher unterscheidet er sich inhaltlich nur wenig vom vorigen Bildungsplan.

Die formulierten Ziele beschreiben die in einer Unterrichtseinheit erworbenen Kompetenzen und sind durch Operatoren festgelegt. Diese Ziele bestimmen das Anforderungsniveau des jeweiligen Inhalts und sind damit prüfungsrelevant. Deren Unterteilung in die einzelnen untergeordneten Zielformulierungen legt die Inhalte für den Unterricht detailliert und verbindlich fest. Die Hinweisspalte enthält unverbindliche Ergänzungen wie didaktische Hinweise, Beispiele und Querverweise zu anderen Bildungsplaneinheiten bzw. anderen Fächern.

Der VIP-Bereich bietet die Möglichkeit einer Vertiefung bisher erworbener Kompetenzen. Hier gestalten die Lehrkräfte handlungsorientierte, selbst gesteuerte Lernprozesse, in denen sich die Lernenden aktiv mit einer sich an den Inhalten der jeweiligen Bildungsplaneinheiten orientierenden Aufgabenstellung auseinandersetzen. So können beispielsweise in der Eingangsklasse im Rahmen einer Standortkartierung Methoden und erworbene Fachkenntnisse aller BPE im Rahmen einer Projektarbeit angewendet und vertieft werden.

1.2 Umsetzung der Kompetenzorientierung

Die Agrarbiologie ist eine interdisziplinäre Wissenschaft. Grundlegende biologische Prinzipien werden auf unterschiedlichen Systemebenen – von biochemischen, intra- und interzellulären Prozessen über Organismen bis hin zu Ökosystemen – erklärt.

Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten der Agrarbiologie spiegeln sich in vielen Lebensbereichen des Menschen wider. Der Unterricht im Bereich der Basiskonzepte Struktur und Funktion (z. B. BPE 1.1, 3.2) oder System und Entwicklung (z. B. BPE 4.1, 13) ermöglicht den Lernenden, sich bzw. den Menschen als Teil der lebendigen Umwelt zu begreifen. Prinzipien der Energiebereitstellung durch Fotosynthese (BPE 6) und der Energieumwandlung in Organismen (BPE 8) schaffen Grundlagen zum Verständnis der Energieumwandlung in Organismen und deren Steuerung durch den Menschen zur Steigerung der Biomasse als Grundlage der menschlichen Ernährung. Prinzipien der Stoffumwandlung werden am Beispiel praxisrelevanter Stoffkreisläufe und deren Teilprozesse (BPE 2.1, BPE 7.1-7.2) und deren Beein-

flussbarkeit durch Standortfaktoren aufgezeigt. An Beispiel praxisrelevanter Bewirtschaftungsmaßnahmen und -techniken wird verdeutlicht, wie biochemische Reaktionen gesteuert werden können, um einerseits Wachstum und Erträge zu optimieren und andererseits schädliche Stoffimmissionen zu minimieren. Im Hinblick auf seine Potenziale für die Pflanzenzüchtung in Bezug auf die Herausforderungen des Klimawandels und den Erfordernissen umweltschonender Bewirtschaftung ist das Thema CRISPR/Cas in BPE 9 neu aufgenommen, wird aber in Abgrenzung mit anderen Profildächern bewusst nur in seinen Grundzügen betrachtet. Fachliche Kompetenzen in den Bereichen Molekulargenetik (BPE 9), Züchtung (BPE 12) und Ökologischer Landbau (BPE 13) befähigen die Lernenden, an einer gesellschaftspolitischen Diskussion zu aktuellen Fragestellungen der Agrarwirtschaft mitzuwirken und Maßnahmen fachlich fundiert bewerten zu können.

Das wissenschaftliche Experiment steht für die Lernenden im Zentrum des Erkenntnisgewinns. Sie entwickeln Hypothesen und Versuche zu Fragestellungen, erfassen eigenständig Messdaten (vgl. Kap. 2) oder nutzen verfügbare Daten, um Zusammenhänge abzuleiten. Hierbei ermöglichen Grundlagen der deskriptiven Statistik und der linearen Regression (BPE 12.2), sich altersgerecht mit Fragen über die Aussagefähigkeit von Datensätzen auseinandersetzen zu können. Zur Veranschaulichung abstrakter und molekularer Vorgänge werden analoge und digitale Modelle eingesetzt. Die Lernenden bereiten Informationen fachgerecht auf und werten Sie aus unter Erstellung geeigneter Darstellungen, interpretieren diese und diskutieren die Ergebnisse. Sie präsentieren diese in geeigneter Weise und können sachlich fachbezogene Kritik äußern. Hierzu eröffnet insbesondere der VIP-Bereich Chancen, Lernprozesse durch Einbindung der regionalen Möglichkeiten außerschulischer Bildungsangebote wie z. B. Schullabore (BPE 9) oder Umweltbildungszentren zu unterstützen und Praxisbezüge durch Betriebsführungen und den Besuch von Forschungseinrichtungen im Agrarbereich herzustellen.

Diese Lern- und Erkenntnisprozesse münden in einer Stärkung personeller Kompetenz der Lernenden, kontroverse Standpunkte reflektiert zu bewerten und dadurch Haltungen zu aktuellen Themen im naturwissenschaftlichen Bereich auf fachlich fundierter Basis zu entwickeln.

1.3 Bemerkungen zu den Inhalten

Die vorliegende Handreichung gibt Anregungen, Hilfen und Informationen für die Umsetzung von Bildungsplaneinheiten, die über die Inhalte in den Lehr- und Schulbüchern für das Fach Biologie im Beruflichen Gymnasium hinausgehen. Dies betrifft insbesondere die BPE 7 „Stickstoffdynamik und -stoffwechsel“, BPE 8.3 „Verdauung beim Rind“ und BPE 8.4 „Fütterung“ sowie BPE 12 „Züchtung“.

Exemplarisch wird beschrieben, wie sich ein Stoffverteilungsplan für die spezifisch ausgewählten Einheiten darstellt. Im Falle der BPE 7 „Stickstoffdynamik und -stoffwechsel“ werden auch alternative Herangehensweisen an dieses Thema aufgezeigt.

Aus den jeweiligen Bildungsplaneinheiten werden für einzelne Unterrichtsstunden detaillierte Stundenverläufe angegeben und gleichzeitig mögliche didaktische, konzeptionelle und praktische Umsetzungen aufgezeigt.

Ein Umsetzungsbeispiel für individualisiertes Lernen wird zum Thema „Stickstoffaufnahme und Umwandlung in der Pflanze“ vorgestellt. Hierbei stehen nicht nur die inhaltsbezogenen Kompetenzen, sondern vor allem auch die prozessbezogenen Kompetenzen im Vordergrund. Besonders der Kompetenzbereich „Kommunikation“, die Beschaffung, Aufarbeitung und der Austausch von Informationen und der Bereich „Bewertung“ werden gefördert.

In Kapitel 4 wird in einem Projekt zur Bildungsplaneinheit „Ökologischer Landbau“ (BPE 13) die Möglichkeit aufgezeigt, wie dieses Thema behandelt werden kann, indem begleitend mehrere Betriebsführungen durchgeführt werden.

Auch hier stehen inhaltsbezogene und prozessbezogene Kompetenzen im Vordergrund. Die Lernenden gewinnen Erkenntnisse zu den Inhalten „organisch-biologischer“ und „biologisch-dynamischer Landbau“. Die gewonnenen Erkenntnisse werden bewertet, ausgetauscht und präsentiert.

1.4 Veränderte gesellschaftliche, technische oder rechtliche Rahmenbedingungen

Die Zukunftsfähigkeit der Agrarwirtschaft misst sich nicht nur an einer Steigerung der Produktionsintensitäten, sondern muss sich auch gegenüber einer kritischen Gesellschaft erklären und alle involvierten Gruppen zur Mitgestaltung und Unterstützung einbinden. Darüber hinaus muss Agrarwirtschaft Innovationen der Nahrungsmittelproduktion zukünftig verstärkt im Einklang mit nachhaltiger Agrarproduktion und dem Erhalt von Kulturlandschaft und einer Biodiversität erreichen. Diese Anforderungen werden im Bildungsplan berücksichtigt, indem Diskurse z. B. zu Fragen der N-Düngung, Gentechnik, Tierhaltung und -züchtung fester Bestandteil der entsprechenden BPE sind. Die Fachrunden werden auf wissenschaftlicher Basis und unter Einbeziehung ökonomischer und ökologischer Notwendigkeiten geführt. Die Umsetzung der Ziele wird durch Projekte im VIP-Bereich (wie z. B. Standortbeschreibung, Betriebserkundungen) unterstützt. Zum Ende des dreijährigen Bildungsplans wird dieser Diskurs insbesondere mit BPE 13 zusammengefasst.

2 Einsatzmöglichkeiten von digitalen Medien im Unterricht

Das naturwissenschaftliche Profulfach Agrarbiologie ist besonders vom unmittelbaren Erleben und Erfassen der Natur geprägt. In einer Alltagswelt, die über digitale Medien zunehmend nur noch abstrakt wahrgenommen wird, wünschen sich Schülerinnen und Schüler mit der Wahl dieses Profils wieder unmittelbare und authentische Bezüge zur belebten Umwelt. Insofern kommt dem direkten Kontakt mit den Umweltfaktoren und das direkte Erlebnis bei der Untersuchung von Boden, Pflanzen und Tieren zentrale Bedeutung zu.

Dennoch nimmt Digitalisierung ein bedeutender Raum im Unterrichtsgeschehen dieses Profulfaches zu, denn sie verifiziert und konkretisiert das Erlebte. So ist die Erfassung und Auswertung digitaler Messdaten eine Schlüsselkompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht: In Schülerversuchen zur Untersuchung von Boden (z. B. BPE 2.2: Bestimmung der Ionenaustauschkapazität, BPE 5.1: Filter- und Puffervermögen), Pflanze (z. B. BPE 7.2: Nitratgehalte in der Pflanze) und Tier (z. B. BPE 8.2: Respiration) kann digitale Messtechnik eingesetzt werden. In einem handlungsorientierten Projektunterricht können Schülerinnen und Schüler digitale Auswertung auf Basis geeigneter Tabellenkalkulationsprogramme vornehmen und Messergebnisse grafisch darstellen. Ergebnisse verschiedener Messreihen und Parameter können nun im Plenum verglichen und diskutiert werden.

Wesentliche Inhalte des Bildungsplans beziehen sich auf biochemische Prozesse oder gentechnische Verfahren, die ein hohes Abstraktionsniveau seitens der Schülerinnen und Schüler erfordern. Deshalb sind geeignete Lernvideos und digitale Modelle zur Visualisierung räumlicher Strukturen und von Abläufen auf molekularer Ebene unerlässlicher Bestandteil des Fachunterrichts. Der Einsatz digitaler Mikroskoptechnik eignet sich auch zur Darstellung von Abläufen in der Zelle (z. B. BPE 1.1 und 5.1 Endocytose, Mitosestadien).

Berechnungen zur Fütterung oder Düngung werden in der Praxis mithilfe digitaler Kalkulationsprogramme erhoben. So können z. B. bei der Milchviehfütterung (BPE 8.4) Rationsprogramme untersucht und mit Unterrichtsinhalten verknüpft werden, z. B. das Programm UniRat2016 des LAZBW Aulendorf (<https://lazbw.landwirtschaft-bw.de>). Abschätzungen einer Nitratauswaschung (BPE 7.3) auf Basis von N_{\min} -Werten können auf Basis online verfügbarer Kalkulationsprogramme vorgenommen werden und bei Variation verschiedener Einflussfaktoren vergleichend diskutiert werden.

Zur individuellen LZK können Pflanzenbestimmungs-Apps (z. B. PlantNet) in BPE 4 (Grundlagen der landwirtschaftlichen Erzeugung) eingesetzt werden. Die Einhaltung einer artgerechten Tierhaltung in BPE 4 kann mithilfe von selbstgestellten Smartphone-Sequenzen an der Wirklichkeit unterschiedlicher Haltungsbedingungen dokumentiert werden, um in vergleichenden Studien nach festgelegten Kriterien bewertet zu werden.

Digitale Recherchen sind wichtiger Bestandteil des Fachunterrichts. Im Folgenden werden Internetadressen, die für verschiedene Fachinhalte des Bildungsplans im AG vom Niveau her zur Recherche für Schülerarbeiten geeignet sind, aber auch zur fachlichen Vertiefung von Lehrkräften genutzt werden können.

Homepage	Themenbezug
https://www.ble-medienservice.de	Düngung, Ökologie, Pflanzenbau,
https://www.bildungsserveragrar.de/	Pflanzenbau, Boden, Tierfütterung, Ökolandbau
https://lazbw.landwirtschaft-bw.de	Grünland, Tierernährung, Züchtung, ökologischer Landbau
https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de	Boden, Nitrat
https://www.landwirtschaftskammer.de	Boden, Pflanzenbau, Fütterung, Züchtung, Ökolandbau
https://www.stmelf.bayern.de/	Tierernährung, Züchtung, Ökolandbau
https://www.lfl.bayern.de/	Pflanzenbau, Tierernährung,
http://www.fruchtbarkeitsmanagement.de	Reproduktionsbiologie, Züchtung
https://die-fruchtbare-kuh.ch/	Reproduktionsbiologie, Fütterung
https://www.rind-bw.de/	Züchtung,
https://www.landwirtschaft-mv.de	Pflanzenbau, Tierfütterung, Ökologischer Landbau, Reproduktionsbiologie
https://www.transgen.de	Gentechnik, Züchtung,
https://www.pflanzenforschung.de/	Gentechnik in der Pflanzenzüchtung
https://ltz.landwirtschaft-bw.de	Boden, Pflanzenbau, Nitrat, Ökologischer Landbau

3 Umsetzungsbeispiele

3.1 Stickstoffdynamik und -stoffwechsel (BPE 7)

3.1.1 STOFFVERTEILUNGSPLAN

STD.	INHALT	MEDIEN/MATERIALIEN
1	Stickstoffkreislauf: Übersicht über den N-Stoffwechsel	
2/3	Stickstoff im Boden und Bodenuntersuchung	Bodenproben, Analyse-Sets
4	Humifizierung im Boden	
5-8	Stickstofffixierung; endosymbiontische Mikroorganismen und Verlauf der Symbiose; Biochemie der N ₂ -Fixierung Siehe detaillierte Hinweise bei 3.1.2/3.1.4/3.1.5 A)	Mikroskope
9-12	Stickstoffaufnahme und Umwandlung in der Pflanze: Bedeutende Gruppen: FAD, NAD ⁺ , ATP; Assimilatorische Nitratreduktion; Reduktive Aminierung; Kompetitive Hemmung der reduktiven Aminierung Siehe detaillierte Hinweise bei 3.1.2/3.1.4/3.1.5 B) und C)	Texte, Plakate
13	Transaminierung und Hemmung durch Round up	
14	Von den Aminosäuren zu Proteinen	
15	Denitrifikation; NO ₃ ⁻ Problematik	
16-19	Nitrat in der Pflanze Siehe detaillierte Hinweise bei 3.1.2-3.1.4 C)	Pflanzen, Nitratstäbchen
20-21	Stickstoffdüngung; Ertragsgesetze	
22-26	Stickstoffbedarfsermittlung bei Getreide und anderen Kulturen; Aufbau der Getreidepflanze	Pflanzenstadien

ALTERNATIVER STOFFVERTEILUNGSPLAN

STD.	GLIEDERUNG/INHALT		MEDIEN/MATERIALIEN
	C.	STICKSTOFFHAUSHALT	
	I.	Pflanze	
1/2		Präparation des Vegetationskegels an Getreide	Getreidepflanze
3/4	1.1	Aufbau der Getreidepflanze	Modell
	1.2	Aufbau der Getreideblüte (Gräser)	Ähren
5/6	2.1	Entwicklungsstadien des Getreides	
7	3.1	Ertragsaufbau bei Getreide	
8	4.1	N-Düngungstermine	
9/10	5.	Wirtschaftlichkeit der N-Düngung	
	II.	Boden	
11	1.1	Stickstoffkreislauf	
12	2.	Die N Mineralisation	
	2.1	Abbau der Proteine	
13	2.2	Abbau von Aminosäuren (Oxidative Desaminierung, Decarboxylierung)	
	2.3	Harnstoffabbau	
14	3.	Nitrifikation	
15	3.1	Chemosynthese am Beispiel der Nitrifikation	
16	4.	Denitrifikation	
	5.	Nitrifikationshemmer	
17	6.	Bestimmung des N-Vorrates (N_{\min} , EUF)	
18-21	7.	N-Bindung durch Knöllchenbakterien und Mikroskopie Rhizobien	Wurzeln, Mikroskope
	III.	N-Einbau in Pflanzen	
22/23	1.	N-Aufnahme der Pflanze, Assimilatorische Nitratreduktion	
24	2.	Reduktive Aminierung	
25	3.	Transaminierung	
26-28	4.	Nitrat in Nahrungspflanzen (Praktikum) und Theorie	Gemüse, RQ-flex

3.1.2 FACHLICHE HINWEISE

A) STICKSTOFFFIXIERUNG

DAUER	UNTERRICHTSPHASE, INHALT	MATERIAL, MEDIEN	ANGESTREBTES ERGEBNIS, ERWARTETES SCHÜLERVERHALTEN
15 min	Einstieg anhand von Bildmaterial: Vergleichen Sie die beiden Wurzeln! Worin unterscheiden sie sich?	Wurzeln Bildmaterial	SuS unterscheiden Wurzelbilder und ordnen Pflanzen zu. Unterschiede bei Wurzeln von Leguminosen und Nichtleguminosen.
	In den Knöllchen leben Bakterien, die Luftstickstoff fixieren.	Lehrer-Schüler-Gespräch	Leistung dieser Bakterien und Vermehrung besprechen: N-Quelle Luft (79 % N ₂) ist unerschöpflich!
	Überschrift: Die Stickstoffbindung durch Knöllchenbakterien	Tafel	
45 min	Erarbeitung der - Infektion - Phase der Symbiose	Gruppenpuzzle AB 1/2 Infotexte Stickstofffixierung AB 3 Stickstofffixierung	SuS erarbeiten sich mithilfe von Infotexten die Stickstofffixierung und es erfolgt ein Austausch untereinander. Dann erfolgt die Sicherung.
40 min	Praktische Übung: Schnitt durch Knöllchengewebe Rolle des Leghämoglobins	Mikroskop Versuchsblatt Mikroskopieren von Knöllchenbakterien (AB 4) Lehrer-Schüler-Gespräch	SuS mikroskopieren Schnitte des Knöllchengewebes und erkennen die Rotfärbung und Struktur.
20 min	Erarbeitung Tafelbild zur Stickstofffixierung	Lehrer-Schüler-Gespräch, Tafel	SuS skizzieren den biochemischen Ablauf der Stickstofffixierung.
15 min	LZK Arbeitsblatt	Literatur: Unterricht Biologie, Heft 334 (2008), S. 44	

B) NITRATUNTERSUCHUNG IM GEMÜSE

DAUER	UNTERRICHTSPHASE, INHALT	MATERIAL, MEDIEN	ANGESTREBTES ERGEBNIS, ERWARTETES SCHÜLERVERHALTEN
10 min	Einstieg: Betroffenheit zur Nitratproblematik herstellen. Ziel: eigene Nitratbelastung beurteilen.	Lehrer-Schüler-Gespräch Konzeptzettel	Gesundheitliche Problematik von Nitrat kennengelernt. SuS schreiben auf, was sie gestern gegessen haben.
	Überschrift: Nitratgehalte in Lebensmitteln	Tafel	
10 min	Impuls: Woher wissen wir eigentlich, welche Lebensmittel viel Nitrat enthalten? 1. TZ: Höchstmengen NO₃ In Versuchen wurden Höchstmengen festgelegt. Warum enthalten gerade Pflanzen hohe Nitratmengen?	Digitale Folie Lehrer-Schüler-Gespräch Tafelbild	Hypothesen zur Nitratbelastung. SuS erkennen, dass die Höchstmenge nur für bestimmte Lebensmittel angegeben ist, besonders Gemüse und Salate. SuS wiederholen Nitrattransportwege in der Pflanze.
60 min	2.TZ: Nitrat in Gemüse messen Vergleich von Nitratgehalten verschiedener Gemüse- und Obstarten. Unterschiede innerhalb einer Art.	Schülerversuch in Gruppen Arbeitsblatt Nitratbestimmung in Gemüse.	Versuchsdurchführung und Sicherung der Ergebnisse.
20 min	Begründung und Auswertung der Versuchsergebnisse.	AB Lehrer-Schüler-Gespräch	SuS stellen Hypothesen auf. Sicherung auf AB.
10 min	Ermitteln Sie Ihre Nitratbelastung des gestrigen Tages; ADI ist 3,7 mg/kg Lebendgewicht.	Digitale Folie	Abschätzen der Belastung.
25 min	LZK: Liste der Maßnahmen (Liste wird später verlängert nach Nitratreduktion.) Maßnahmen des Verbrauchers, um Nitratbelastung gering zu halten.	AB	→ nicht nur Blattgemüse → Gemüse mit geringer Nitratsammlung → Strunke und Rippen/äußere Blätter entfernen SuS diskutieren mögliche Maßnahmen.

C) STICKSTOFFAUFNAHME UND UMWANDLUNG IN DER PFLANZE

DAUER	UNTERRICHTSPHASE, INHALT	MATERIAL, MEDIEN	ANGESTREBTES ERGEBNIS, ERWARTETES SCHÜLERVERHALTEN
5 min	Problem Stickstoffaufnahme und Umwandlung in der Pflanze	Lehrer-Schüler-Gespräch	SuS wiederholen und erkennen die Problematik, dass aus anorganischem N erneut organischer N werden muss.
	Überschrift: Stickstoffaufnahme und Umwandlung in der Pflanze	Tafel	
5 min	Arbeitsblatt N-Aufnahme und Umwandlung in der Pflanze	AB 1	SuS erarbeiten eine Übersicht zum Stickstoff in der Pflanze.
135 min	Leittexte: reduktive Aminierung und assimilatorische Nitratreduktion	AB 2, 3, 4 Gruppenpuzzle: Experten- und Stammgruppen Plakate, Medienkoffer	SuS erarbeiten in Expertenrunden die reduktive Aminierung und die assimilatorische Nitratreduktion anhand von Leittexten. In den Stammgruppen tauschen die SuS die Informationen aus und erstellen ein gemeinsames Plakat zur Stickstoffumsetzung in der Pflanze. Plakat kann anschließend fotografiert und kopiert werden für die Gruppen.
20 min	LZK Strukturlegen reduktive Aminierung Strukturlegen assimilatorische Nitratreduktion	AB Strukturlegen	SuS erhalten AB mit Karten zum Ausschneiden zur reduktiven Aminierung und assimilatorischen Nitratreduktion. SuS sollen Begriffe und Formeln in einen sinnvollen Ablauf bringen.
15 min	Strukturlegen assimilatorische Nitratreduktion Pinnwand Strukturlegen reduktive Aminierung Pinnwand	Pinnwand als gemeinsame Ergebnissicherung	

3.1.3 DIDAKTISCHE HINWEISE

A) STICKSTOFFFIXIERUNG

Die N-Bindung durch Rhizobien ist Teil der BPE 7.1 in der die natürlichen Umsetzungen von Stickstoff im Boden anhand der beteiligten Mikroorganismen behandelt werden. Als Teil des Stickstoffkreislaufes wird dieser Vorgang nun mit den biochemischen Hintergründen genauer beleuchtet. Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass es sich um eine energieaufwendige Reaktion handelt, welche aber die technisch ebenfalls energieaufwendige NH_3 -Produktion aus molekularem N_2 der Luft auf natürliche Art ersetzen kann. Zur Motivation sind Leguminosenpflanzen und Wurzeln mit Knöllchen geeignet. Die Herstellung eines mikroskopischen Präparates der Knöllchen trägt zur Festigung der Technik des Mikroskopierens bei und verstärkt die Motivation. Ein weiteres Ziel der Einheit ist die Erkenntnis, dass der Anbau heimischer Leguminosen, wie er auch in der Eiweißinitiative des Landes forciert wird, die Produktion von Protein ermöglicht und somit zu einer größeren Unabhängigkeit von Sojaimporten aus Übersee beiträgt, was wiederum ein Beitrag zum Schutz der tropischen Regenwälder sein kann.

B) NITRATUNTERSUCHUNG IM GEMÜSE

Das Problem „Gesundheitliche Schädigung durch hohe Nitratwerte im Essen“ soll personalisiert werden und zur Reflexion des eigenen Verbraucherverhaltens führen. Daher wurde der individualisierte, problemorientierte Eingangsimpuls gewählt: „Schreiben Sie auf, was Sie gestern gegessen haben, danach werden wir die Nitratbelastung abschätzen“. Da die Schülerinnen und Schüler unterschiedliche Ernährungsweisen haben, kann das Ergebnis, dass auch „gesunde“ Ernährung zu hoher Nitratbelastung führen kann, überraschen.

Die Schülerinnen und Schüler erleben durch die Schülerversuche, dass der Nitratgehalt mit einfachen Technologien selbst messbar ist. Sie erkennen darüber hinaus, dass auch eine einzige Pflanze (z. B. Salat) sehr unterschiedliche Nitratlast aufweisen kann. Sie verbinden bisher Gelerntes (Nitratreduktion in der Pflanze benötigt Licht) mit den Versuchsergebnissen und diskutieren Gründe für die unterschiedliche Belastung. Daraus leiten sie ein vernünftiges Verbraucherverhalten ab. Als Lernzielkontrolle interpretieren sie die Belastung ihrer eigenen Ernährung anhand des eingangs erstellten Essensprotokolls.

C) STICKSTOFFAUFNAHME UND -UMWANDLUNG IN DER PFLANZE

Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass der Stickstoff, so wie er aufgenommen wird, in der Pflanze erst wieder umgewandelt werden muss. Um den Sachverhalt in den Gesamtkomplex einzuordnen, wird das erste Arbeitsblatt benötigt. Anschließend sollen sich die Schülerinnen und Schüler mithilfe von Leittexten und der Gruppenpuzzle-Methode die assimilatorische Nitratreduktion und die reduktive Aminierung erarbeiten. Diese komplexen biochemischen Vorgänge werden gefestigt durch das Anlegen eines Glossars und das Erstellen eines Lernplakats. Diese Methode wurde gewählt, damit die Schülerinnen und Schüler im Gespräch sich den Ablauf gegenseitig erklären und dabei verständlich machen. Zur Lernzielkontrolle dient das Strukturlegen.

3.1.4 METHODISCHE HINWEISE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DIGITALER MEDIEN**Zu A)**

Lehrer-Schüler-Gespräch, Praktische Übung: Mikroskopieren

Die Bearbeitung der Textpassagen erfolgt in Partner- oder Gruppenarbeit. Die Besprechung erfolgt durch die Beiträge der Schülerinnen und Schüler im Lehrer-Schüler-Gespräch.

Zum Mikroskopieren gibt es eine Kurzanleitung, anhand derer die Schülerinnen und Schüler die in der Eingangsklasse erlernte Technik des Mikroskopierens festigen können.

Zu B)

Lehrer-Schüler-Gespräch, Praktische Übung: Pflanzenuntersuchung, Nitratbestimmung von Gemüse (z. B. Teststäbchen/RQFlex)

Zu C)

Leittextmethode, Erstellen von Plakaten, Strukturlegen

3.1.5 ARBEITSMATERIALIEN/AUFGABEN

ZU A) STICKSTOFFFIXIERUNG

AB 1: Infektion durch Knöllchenbakterien

„WURZELKNÖLLCHEN“

Der bekannteste und wegen seiner praktischen Bedeutung wohl auch am besten untersuchte Fall ist die (...) Symbiose zwischen den stickstoffbindenden Knöllchenbakterien der Gattung *Rhizobium* und den Hülsenfrüchten (Leguminosen). Die Wurzeln dieser Pflanzen scheiden bestimmte Proteine aus, um Bakterien anzulocken. Die im Boden auch frei lebenden (jedoch dann nicht Stickstoff bindenden) Bakterien dringen durch die Wurzelhaare in die Pflanze ein. Sie müssen dabei die Zellwand passieren, die durch das pektinlösende Enzym Polygalakturonase lokal aufgelöst wird. Dieses wird von der Wirtspflanze bei Berührung mit den Bakterien gebildet. Unter Ausbildung eines aus Schleimsubstanzen bestehenden Infektionsschlauches oder -fadens durchwachsen sie mehrere Rindenzellen, deren Wände noch cellulosearm sind (Cellulase wird nicht gebildet), wobei sie bis zur Endodermis gelangen können. Nun bildet die Pflanze, offenbar durch Stoffwechselprodukte der Bakterien angeregt, an den infizierten Stellen Meristeme aus, die zur Bildung der bekannten Wurzelknöllchen führen. War die erste Phase der Infektion rein parasitisch, so ist in der Knöllchenbildung, die den Gallenbildungen entspricht, eine erste Abwehrreaktion der befallenen Pflanze zu sehen, durch die die Infektion auf bestimmte Herde begrenzt wird. Zunächst erfolgt eine starke Vermehrung der Bakterien, in deren Gefolge immer mehr Zellen der Knöllchen infiziert werden. Auch nach Auflösung des Infektionsschlauches bleiben die Bakterien einzeln oder in Gruppen von Membranen, die sich vom Plasmalemma ableiten, umschlossen. Dabei entstehen aus den Bakterien aufgeblähte und z. T. verzweigte Involutionsformen, die Bakteroiden, die immer mehr anschwellen und schließlich ganz aufgelöst werden (Lyse). Während der gesamten Entwicklung der Bakteroidenzone. In den Knöllchen übernimmt die höhere Pflanze organische Stickstoffverbindungen von den Bakterien. Die anschließende Lyse der Bakteroiden spielt für die Stickstoffversorgung der Pflanzen nur eine untergeordnete Rolle. In dieser Phase liegt der Profit also eindeutig auf der Seite der Wirtspflanze. Da jedoch nicht alle Bakterien verdaut werden und nach dem Absterben der Pflanze und dem Zerfall der Knöllchen mehr Bakterien in den Boden zurückgelangen, als ursprünglich die Pflanze infiziert haben, ist, im Ganzen gesehen, die Symbiose auch für die Bakterien ein Vorteil.

Das Beispiel der Wurzelknöllchensymbiose zeigt, wie sich die Symbiose aus dem Parasitismus entwickeln haben könnte. Die Infektion des Parasiten wird durch Abwehrreaktionen des Wirtes abgefangen, und es bildet sich ein Kampfgleichgewicht aus, von dem letztlich beide Partner profitieren.

Verändert nach: Wilhelm Nultsch, Allgemeine Botanik, Thieme Verlag: Stuttgart 1982 (7. Aufl.), Seite 313.

Aufgaben:

- Lesen Sie den Text und erläutern Sie damit die Infektion einer Hülsenfrucht mit Knöllchenbakterien.
- Verwenden Sie dazu auch die Zeichnung zum Infektionszyklus auf dem Arbeitsblatt 3!

AB 2: Bedeutung des Enzyms Nitrogenase

„FIXIERUNG DES ELEMENTAREN STICKSTOFFS“

Die Reduktion des elementaren Stickstoffs (N_2), erfolgt durch das Enzym Nitrogenase. Es ist ein Molybdän-Eisen-Protein, das aus vier Untereinheiten besteht und 32 Fe-, ebenso viele S- und außerdem zwei Mo-Atome enthält.

Die Nitrogenase ist mit einer zweiten, kleineren Komponente assoziiert, die aus zwei gleichartigen Untereinheiten besteht. Sie enthält vier Fe- und vier S-Atome. Sie überträgt unter Verbrauch von einem ATP ein Elektron auf die Nitrogenase. Der N_2 wird schrittweise unter Übertragung von 6 Elektronen reduziert und schließlich als NH_3 bzw. NH_4^+ in das Cytosol der Wirtszelle entlassen und dort in eine organische Bindung, die Aminosäure überführt. Obwohl die Reaktion $3 H_2 + N_2 \rightarrow 2 NH_3$ exergonisch ist ($\Delta G = -50 \text{ kJ/mol} = -12 \text{ kcal/mol}$), ist der Energiebedarf, wohl wegen der Reaktionsträgheit des elementaren Stickstoffs, sehr hoch. Es werden 16 ATP/ N_2 , die aus dem Abbau von Kohlenhydraten, beim Prozess der Zellatmung gewonnen werden, benötigt.

Falls das bei der hydrolytischen Spaltung entstehende ADP nicht sofort wieder zu ATP phosphoryliert wird, kommt die Reaktion zum Erliegen. Der Organismus läuft also nicht Gefahr, sein verfügbares ATP ausschließlich zur N_2 -Fixierung zu verwenden. Als Wasserstoffdonator dient reduziertes Ferredoxin.

Die Nitrogenase ist gegen Sauerstoff empfindlich. Für die anaeroben Stickstoffbinder ist dies kein Problem. Bei den aeroben Formen muss jedoch dafür gesorgt werden, dass zum Zeitpunkt der Stickstoffbindung die Sauerstoffspannung in der Zelle gering ist.

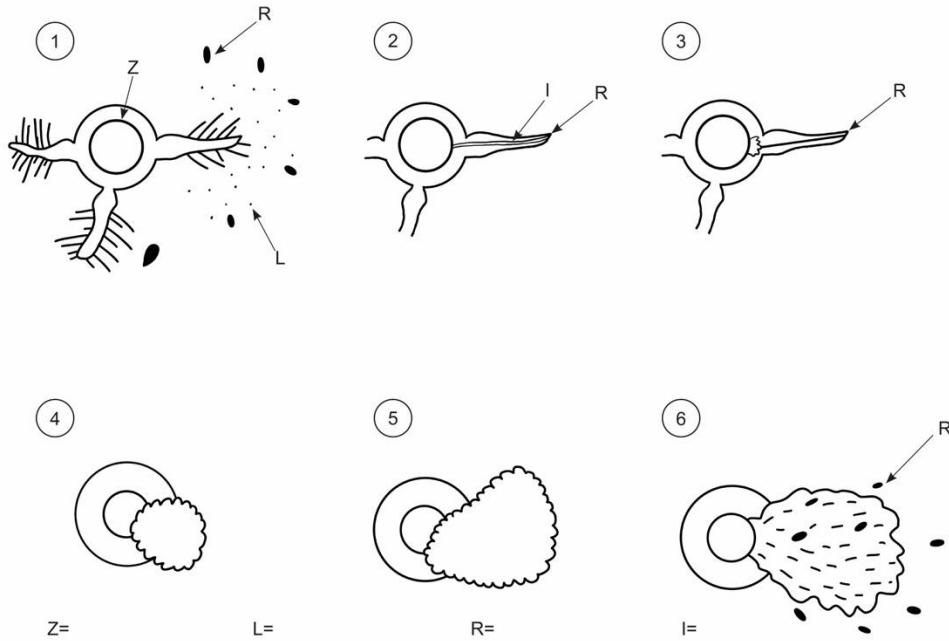
Verändert nach: Wilhelm Nultsch, Allgemeine Botanik, Thieme Verlag: Stuttgart 2012 (12. Aufl.), Seite 377 f.

Aufgaben:

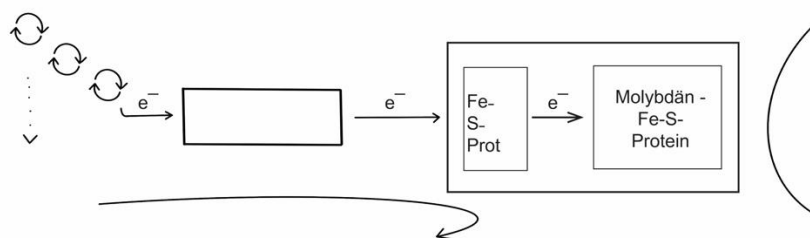
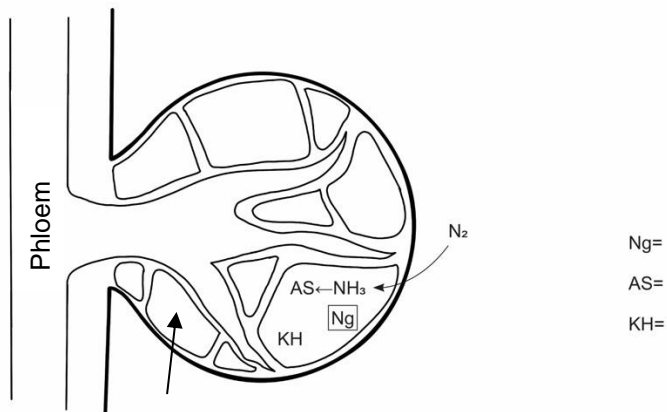
- Lesen Sie den Text und erläutern Sie damit die Bedeutung des Enzyms Nitrogenase bei der N-Bindung durch Knöllchenbakterien.
- Verwenden Sie dazu auch die Zeichnung zur Phase der N-Bindung auf dem Arbeitsblatt 3!
- Formulieren Sie die Reaktionsgleichung!

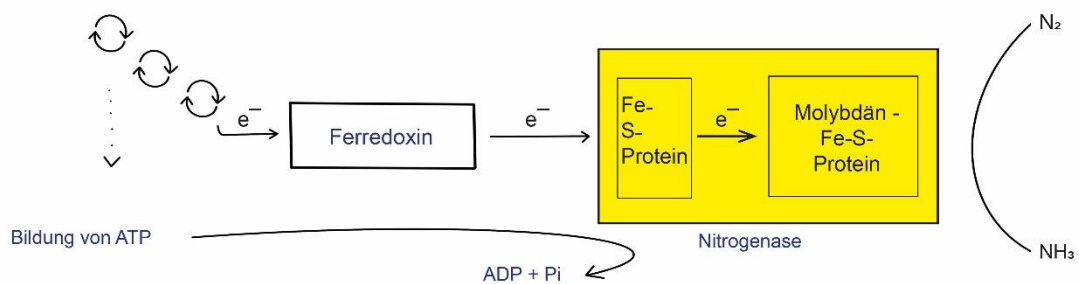
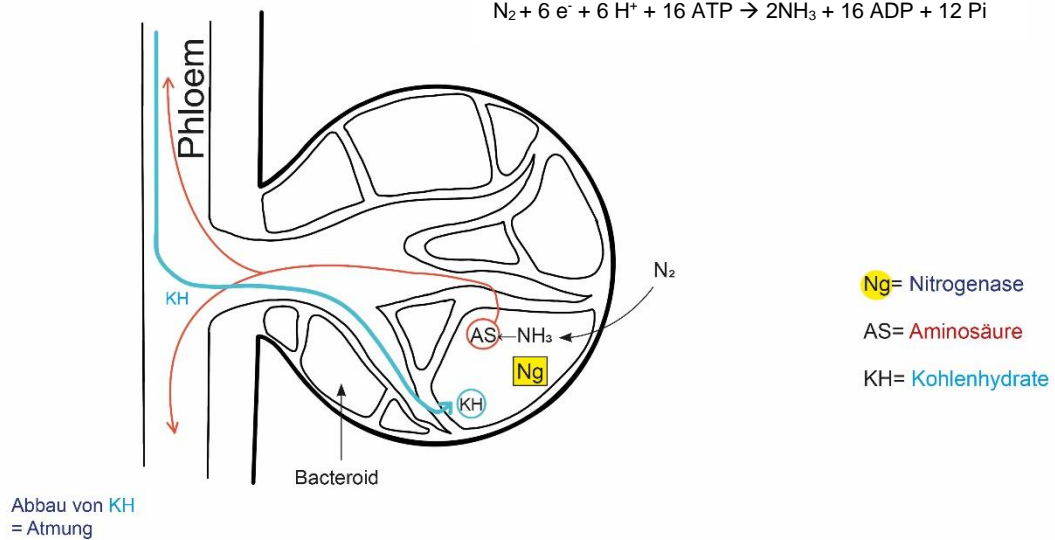
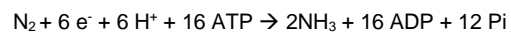
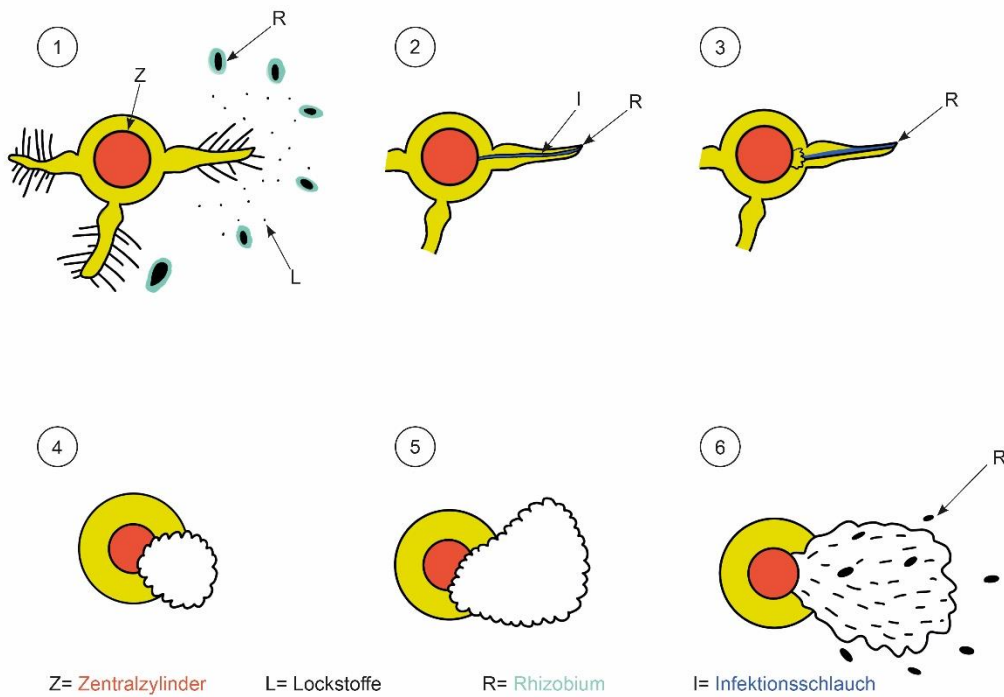
AB 3: Stickstofffixierung

1. Infektionszyklus



2. Phase der N-Bindung



AB 3 Stickstofffixierung – Lösung


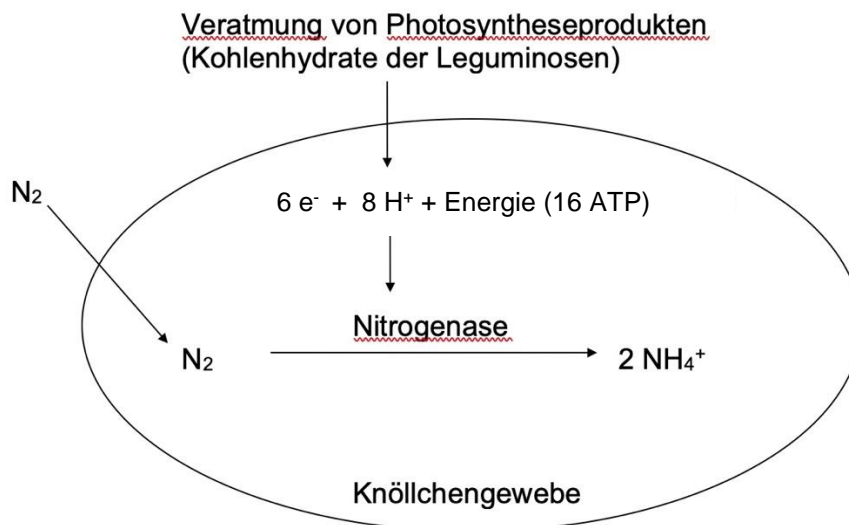
Die Stickstoffbindung durch Knöllchenbakterien

Infektion (**Lösung zum Arbeitsblatt**)

1. Wurzelhaar schüttet Lockstoffe aus, Rhizobien werden angezogen.
2. Nach Kontakt mit der Zelloberfläche → Eindringen der Bakterien, Bildung eines Infektionsschlauches bis zur Endodermis
3. Zellwucherungen → Knöllchenbildung 3–4 Tage nach der Infektion
Anschluss an das Leitgewebe der Wirtspflanze nach 6 Tagen,
4–6 Wochen Parasitismus: Pflanze stellt Kohlenhydrate, Nährsalze, Vitamine zur Verfügung
4. Symbiose
5. Absterben der Pflanzenwurzel, Freisetzung der Rhizobien

Phase der N-Bindung: (Tafelanschrieb nach Unterrichtsgespräch)

In den Bacteroiden (aus Bakterien aufgeblähte Bereiche in den Knöllchen) wird viel Energie gebraucht → hohe Atmungsaktivität → hoher Sauerstoffbedarf → Sauerstoffbindung durch Farbstoff Leghämoglobin.



Das Enzym Nitrogenase katalysiert die Reduktion des Stickstoffs.

($\text{N}^0 + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{N}^{-\text{III}}$) zum Ammoniumion. Die dazu benötigte Energie gewinnen die Bacteroide durch Veratmung von Fotosyntheseprodukten. Voraussetzung ist eine gute Sauerstoffversorgung.

Nitrogenase ist sauerstoffempfindlich → Leghämoglobin sorgt für anaerobe Verhältnisse und bindet O_2 für die Zellatmung!

AB 4: Mikroskopieren Knöllchenbakterien

„Eine Hand wäscht die andere.“ So sagt man oft, wenn man beschreiben will, dass sich zwei Menschen gegenseitig helfen und beide einen Vorteil dabei haben. Wie Sie wissen, bezeichnet man eine solche Beziehung zwischen verschiedenen Arten in der Biologie als Symbiose. Eine Symbiose gehen auch Pflanzen aus der Familie der Schmetterlingsblütler, wie Rotklee, Bohne oder Lupine, mit Bakterien aus der Gattung *Rhizobium* ein. *Rhizobien* leben frei im Boden, infizieren dann die Pflanzenwurzel und die Symbiose beginnt. Die Wechselwirkung zwischen Pflanze und *Rhizobium* zeigt Ihnen Abb. 1.

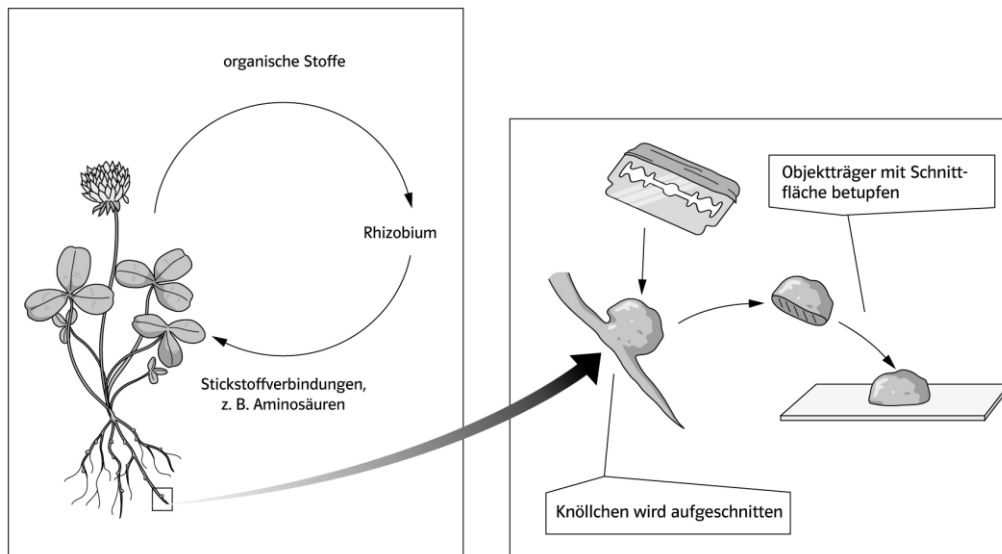


Abb. 1:

Abb. 2:

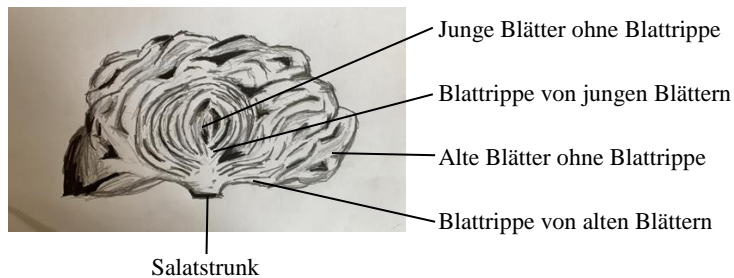
Aus: Ralf Küttner/Matthias Nolte, Markl Biologie Oberstufe. Experimentebuch, Klett-Verlag: Stuttgart 2011, S. 136. (© Ernst Klett Verlag GmbH)

Aufgaben:

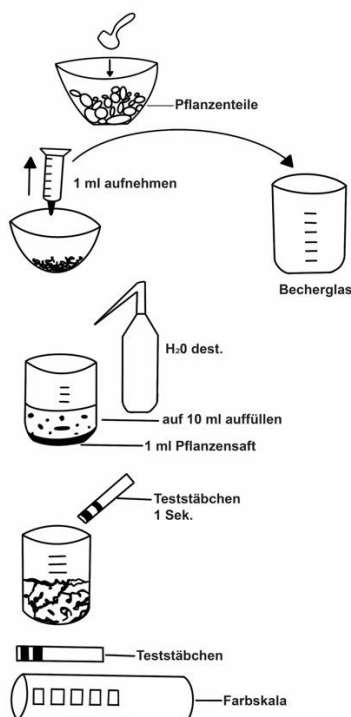
1. Reinigen Sie die Wurzel in Wasser und trocknen Sie sie gut durch Abtupfen mit Zellstoff ab.
2. Schneiden Sie ein großes Wurzelknöllchen zur Hälfte ab und betupfen Sie mit der Schnittfläche einen Objektträger (Abb. 2).
3. Geben Sie einen Tropfen Wasser auf den Objektträger und legen Sie ein Deckglas auf. Mikroskopieren Sie bei 300- bis 400-facher Vergrößerung.
4. Skizzieren Sie die auftretenden Formen der *Rhizobien*.
5. An Pflanzenwurzeln symbiotisch lebende Bakterien binden wesentlich mehr Stickstoff als frei lebende Bodenbakterien. Erklären Sie das mithilfe der Abb. 1.

ZU B) NITRATBESTIMMUNG
AB: Nitratbestimmung in Gemüse

Material:	Schere, Mörser, Injektionsspritze, destilliertes Wasser, Nitrat-Teststäbchen (Merckoquant 110020) oder Reflektquant mit Stäbchen, Becherglas, Rundfilter, Uhr/Handy
Pflanzen:	Kopfsalat, Gurke, Rucola, Spinat, Ackersalat, Lauch, Apfel,

Gruppe 1–5: Kopfsalat


- Gruppe 1: Junge Blätter ohne Blattrippe
- Gruppe 2: Blattrippe von jungen Blättern
- Gruppe 3: Alte Blätter ohne Blattrippe
- Gruppe 4: Blattrippe von alten Blättern
- Gruppe 5: Salatstrunk


Versuchsbeschreibung Gruppen 1 bis 8:

1. Pflanzenteile mit der Schere auseinanderschneiden, zerkleinern und in den Mörser geben.
2. Pflanzenmaterial mit Mörser zermusen, bis genügend Pflanzensaft (ca. 1 ml) ausgetreten ist.
3. Mit der Injektionsspritze 1 ml Pflanzensaft aufnehmen und ins Becherglas spritzen (möglichst keine Pflanzenteile mit aufnehmen).
4. Mit destilliertem Wasser Becherglas bis auf 10 ml auffüllen. (Probe wird auf das 10-Fache verdünnt).
5. Ein Teststäbchen aus der Dose entnehmen und sofort wieder verschließen. Nitrat-Teststäbchen 1 Sekunde in das Filtrat eintauchen und Restflüssigkeit gut abschütteln!

Die Farbe der Testzone nach 1 Minute mit der Farbskala vergleichen und Skalenwert ablesen. Diese Messung 1x wiederholen.

Gruppe 6: Rucola/Ackersalat

Gruppe 7: Lauch/grüne Blattteile

Gruppe 8: Lauch, weiße Blattteile

Gruppe 9 und 10 Versuchsbeschreibung

Gruppe 9: Salatgurke

Gruppe 10: Apfel

- Gurke/Apfel frisch anschneiden.
- Teststäbchen auf feuchte Schnittfläche drücken.
Darauf achten, dass die Testzone voll benetzt ist.
- Nach 1 Minute Farbe der Testzone mit der Farbskala vergleichen und Skalenwert ablesen. Diese Messung 1x wiederholen.

Ergebnisse:

Pflanze/Pflanzenteil	Nitratgehalt in mg/kg
Kopfsalat	
Junge Blätter ohne Blattrippe	
Blattrippe von jungen Blättern	
Alte Blätter ohne Blattrippe	
Blattrippe von alten Blättern	
Salatstrunk	
Rucola	
Lauch , weiße Blätter	
Lauch , grüne Blätter	
Gurke	
Apfel	
...	
...	

Aufgabe: Fassen Sie die Ergebnisse zusammen und formulieren Sie eine Begründung.

- a) Welche Beobachtungen können wir in Bezug auf die verschiedenen **Pflanzenarten** machen?
- b) Welche Beobachtungen können wir in Bezug auf die verschiedenen **Pflanzenorgane** machen?
- c) Welche Beobachtungen können wir in Bezug auf die verschiedenen **Blattbestandteile** machen?

Mögliche Lösungen/Begründungen:

Beobachtung und Erkenntnisse: Fassen Sie die Ergebnisse zusammen und formulieren Sie eine Begründung.

a) Welche Beobachtungen können wir in Bezug auf die verschiedenen **Pflanzenarten** machen?

Die Pflanzen haben unterschiedliche Gehalte.

Unter den Blattgemüsen haben Rucola > Ackersalat > Kopfsalat abnehmende Nitratgehalte.

b) Welche Beobachtungen können wir in Bezug auf die verschiedenen **Pflanzenorgane** machen?

Blattgemüse (Salat) haben deutlich höhere Nitratgehalte als Fruchtgemüse (Gurke).

c) Welche Beobachtungen können wir in Bezug auf die verschiedenen **Blattbestandteile** machen?

Der Strunk hat die höchsten Nitratgehalte, danach Rippen älterer Blätter, Blattfläche älterer Blätter, Rippen jüngerer Blätter und Blattfläche jüngerer Blätter.

Beim Lauch haben weiße Blattheile höhere Gehalte als grüne.

Tafelbild – Nitratgehalte in Lebensmitteln

Nitrat ist gesundheitsschädlich, Höchstwerte gibt es aber nur für Trinkwasser sowie einzelne Gemüsearten.

Eigene Untersuchung von Gemüse ergab: siehe Arbeitsblatt

Wie kann der Verbraucher Nitratbelastung gering halten?

- Nitratsammler wie Rucola meiden
- Strunke und Blattrippen sowie ältere Blätter bei Kopfsalat entfernen
- Vermehrt Fruchtgemüse (Gurken, Tomaten) verwenden
- Freilandgemüse ist weniger belastet als Gewächshauspflanzen.

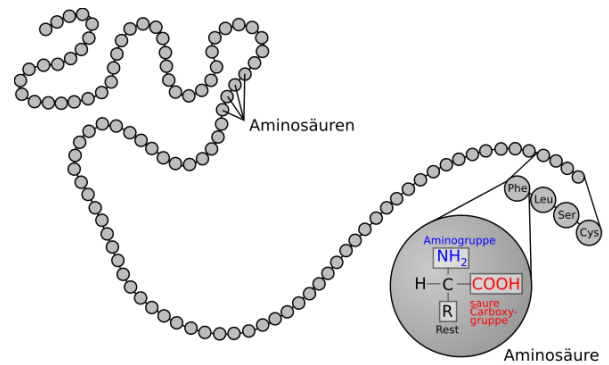
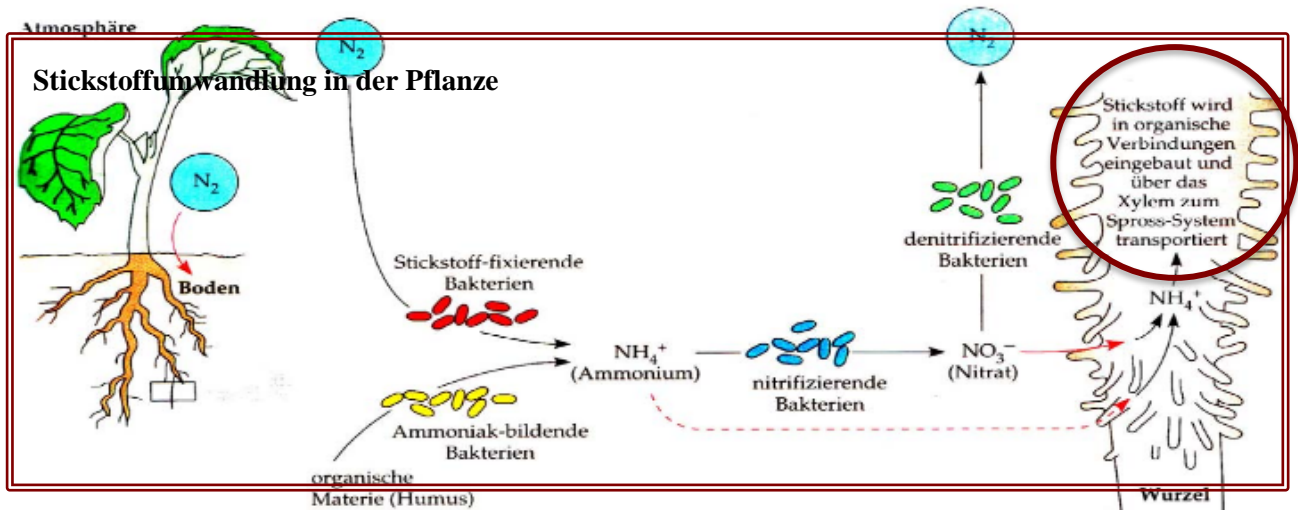
Info: Höchstgehalte in Gemüse

Blattgemüse	Zeitraum	Nitrat-Höchstgehalt im mg/kg
Frischer Spinat	ganzjährig	3500
Haltbar gemachter, tiefgefrorener oder gefrorener Spinat	ganzjährig	2000
Frischer Salat, unter Glas/Folie angebaut	Erntezeit vom 01.10.–31.03. (Wintersaison)	5000
Frischer Salat, im Freiland angebaut	Erntezeit vom 01.10.–31.03. (Wintersaison)	4000
Frischer Salat, unter Glas/Folie angebaut	Erntezeit vom 01.04.–30.09.	4000
Frischer Salat, im Freiland angebaut	Erntezeit vom 01.04.–30.09.	3000
Rucola	Erntezeit vom 01.10.–31.03. (Wintersaison)	7000
Rucola	Erntezeit vom 01.04. bis- 30.09.	6000

Das meiste Nitrat nehmen wir dabei mit Gemüseprodukten auf, 61,7 %, gefolgt von Trinkwasser mit 26,3 %. Andere Lebensmittel spielen nur eine sehr geringe Rolle: Getreideprodukte stehen für 4 % der Nitrataufnahme, Obst für 3,9 %, Fleisch- und Wurstwaren für 2,6 %, Milch und Milchprodukte für 0,8 % und Frischfleisch für 0,7 %.

ZU C) STICKSTOFFAUFNAHME UND UMWANDLUNG IN DER PFLANZE

AB 1: Stickstoffaufnahme und Umwandlung in der Pflanze



AB 2: Leittext zur Gruppenarbeit „reduktive Aminierung“

Arbeitsform: Gruppenarbeit 1 Arbeitszeit: 4 Schulstunden

Aufgabe:

1. Bearbeiten Sie zunächst den Text.
2. Überprüfen Sie Ihr Wissen und tragen Sie die Erklärung/Definition in das Glossar ein. Schlagen Sie unbekannte Begriffe im Lexikon nach.
3. Erstellen Sie ein Verlaufsschema für die im Text beschriebene Reaktionsfolge.
4. Erklären Sie Ihren Gruppenmitgliedern den Verlauf der reduktiven Aminierung und lassen Sie sich über den Verlauf der assimilatorischen Nitratreduktion aufklären.
5. Erstellen Sie als Gruppe ein Übersichtsplakat zur assimilatorischen Nitratreduktion und zur reduktiven Aminierung.
 - Beachten Sie dabei die Kriterien für das Visualisieren!
 - Dieses Plakat soll fotografiert und kopiert werden!

Problem:

Die assimilatorische Nitratreduktion und das Nitrogenasesystem der Rhizobien produzieren das anorganische Molekül NH_3 . Dieser Ammoniak-N muss als Amino-N in C-Skelette eingeführt werden. Der in Pflanzen wichtigste primäre Akzeptor für die Aminogruppe ist die Glutaminsäure (= **Glutamat** = Aminosäure!).

Erster Schritt: Glutamin-Synthetase

Die Reaktion benötigt das Enzym **Glutamin-Synthetase** und Energie, die durch die Aufspaltung von ATP in ADP und P geliefert wird. Das NH_3 wird an die Carboxylgruppe der Glutaminsäure gebunden, sodass **Glutamin** entsteht (unter Abspaltung von Wasser). Ein dem Glutamin analoges Molekül ist das Asparagin, das in analoger Weise wie das Glutamin gebildet wird. Dennoch kommt ihm als NH_3 -Akzeptor keine größere Bedeutung zu.

Zweiter Schritt: Glutamat-Synthase

Glutamin stellt vorübergehend einen Aminogruppenspeicher dar und überträgt nun mithilfe des Enzyms **Glutamat-Synthase** seine NH_2 -Gruppe auf **α -Ketoglutarat** (= **2-Oxoglutarat**) und geht dabei selbst in Glutamat über. Außerdem bildet sich ein zweites Molekül Glutamat: dadurch, dass die Ketoglutarat ein O-Atom an das endständige C-Atom des Glutaminrestes abgibt und der übrig gebliebene Glutaminrest reduziert wird, wobei seine Reduktionsäquivalente ($2 e^-$ und $2 H^+$) von dem Ferredoxin (aus der Fotosynthese) stammen.

Auf diese Weise werden aus Glutamin und 2-Oxoglutarat 2 Moleküle Glutaminsäure (= Glutamat) synthetisiert. Der Vorgang beinhaltet eine Aminogruppenübertragung und eine Reduktion und heißt daher **reduktive Aminierung**.

Bedingungen:

Für diesen Einbau von NH_3 , ist bei höheren und niederen Pflanzen die **Glutaminsynthetase** zuständig, die in den meisten Fällen mit einer **Glutamatsynthase** in Serie arbeitet, sodass sich ein zyklischer Reaktionsablauf ergibt:

- Die Glutaminsynthetase ist ein Enzym. Man kennt zwei Isoenzyme, eines, das im Cytoplasma, und eines, das besonders in den Chloroplasten vorkommt (das ist das bedeutendere).
- Von der Glutamatsynthase sind zwei unterschiedlich strukturierte Isoenzyme bekannt. Die Ferredoxin-abhängige Glutamatsynthase ist ein Fe-S-Flavoprotein. Sie kommt in den Chloroplasten vor, erhält also ihre Reduktionsäquivalente über Ferredoxin direkt von der Fotosynthese, während die im Cytoplasma vorkommende Glutamatsynthase ihre Reduktionsäquivalente z. B. von NADH (aus der Zellatmung).

Die Bilanz des Zyklus ergibt, dass 2-Oxoglutarat unter Aufwand von 1 ATP und 2 e^- mittels NH_3 aminiert wird. Das Oxoglutarat entstammt dem Citronensäurezyklus (gehört zur Zellatmung). Dem Nettoprodukt der Reaktion, nämlich der Glutaminsäure (= Glutamat) kommt eine zentrale Bedeutung zu, denn es kann mittels **Transaminierung** seine Aminogruppe auf andere Moleküle übertragen (Oxosäuren). Der in der Pflanze vorkommende Stickstoff läuft über diese Reaktion. Die Glutamatsynthase ist eine Glutamin-Oxoglutarat-Aminotransferase, die abgekürzt **GOGAT** genannt wird. Den Glutamatsynthasezyklus bezeichnet man deshalb auch als GOGAT-Reaktionsweg.

Die Enzyme des Glutamatsynthasezyklus kommen besonders reichlich in den Zellen der Wurzelknöllchen vor. Hier müssen die angelieferten NH_3 -Moleküle vom Rhizobiumbakteroid über den Zyklus assimiliert werden. Der GOGAT-Reaktionsweg hat aber auch Bedeutung in den Chloroplasten von C_3 -Pflanzen.

Begriff	Erklärung/Definition
Akzeptoren	
Aminierung	
Anionen/Kationen	
assimilieren, Assimilation	
ATP, ADP	
C ₃ -Pflanzen	
C ₄ -Pflanzen	
Carboxylgruppe	
Cytochrom	
Enzyme	
FAD, FADH ₂	
Ferredoxin	
Metabolite	
Nitrogenasesystem	
oxidiert, Oxidation	
prosthetischen	
protoniert	
Redoxreaktion	
Reduktionsäquivalente	
reduziert, Reduktion	
Rhizobiumbakteroid	
Synthese, synthetisiert	

AB 3: Leittext zur Gruppenarbeit „assimilatorische Nitratreduktion“

Arbeitsform: Gruppenarbeit 2 Arbeitszeit: 4 Schulstunden

Aufgabe:

1. **Bearbeiten** Sie zunächst den Text.
2. Überprüfen Sie Ihr Wissen und tragen Sie die Erklärung/Definition in das Glossar ein. Schlagen Sie unbekannte Begriffe im Lexikon nach.
3. Erstellen Sie ein Verlaufsschema für die im Text beschriebene Reaktionsfolge.
4. Erklären Sie Ihren Gruppenmitgliedern den Verlauf der assimilatorischen Nitratreduktion und lassen Sie sich über den Verlauf der reduktiven Aminierung aufklären.
5. Erstellen Sie als Gruppe ein Übersichtsplakat zur assimilatorischen Nitratreduktion und zur reduktiven Aminierung.
 - Beachten Sie dabei die Kriterien für das Visualisieren!
 - Dieses Plakat soll fotografiert und kopiert werden!

Problem:

Höhere Pflanzen nehmen überwiegend NO_3^- aus der Bodenlösung auf. Die Pflanze selbst verwertet diesen anorganischen Stickstoff, in dem sie ihn in organische Moleküle (Aminosäuren) einbaut. Hierfür benötigt die Pflanze aber eine Aminogruppe, also NH_3 , sodass der anorganische Stickstoff Nitrat NO_3^- zuerst in anorganischen Stickstoff NH_3 umgewandelt werden muss. Der Vorgang wird als **assimilatorische Nitratreduktion** bezeichnet.

Die **Nitrat-Nitrit-Reduktion** bewirkt also die Reduktion von NO_3^- über NO_2^- zu NH_3 . Die Reaktionsfolge wird von zwei unterschiedlichen Enzymen, der Nitratreduktase und der Nitritreduktase, katalysiert.

Erster Schritt: Nitratreduktase

Nitratreduktase ist ein weitverbreitetes in Bakterien, Pilzen, niederen und höheren Pflanzen vorkommendes Enzym. Seine Funktion besteht darin, NO_3^- zu NO_2^- zu reduzieren. Die im Enzym der höheren Pflanze vorhandenen prosthetischen Gruppen sind FAD, Cytochrom b und Molybdän. $\text{NAD(P)H} + \text{H}^+$ überträgt seine H-Atome auf FAD; das so entstehende FADH_2 seine e^- auf Cytochrom b Fe^{3+} und dieses wird zu Cytochrom b Fe^{2+} , welches schließlich Mo^{VI} zu Mo^{IV} reduziert. Das reduzierte Mo^{IV} ist dann direkt in der Lage, dem NO_3^- ein O-Atom zu entziehen und dieses zu NO_2^- zu reduzieren. Der reduzierte Sauerstoff reagiert dann direkt mit den Protonen des wässrigen Systems zu H_2O . In der Bilanz werden, die für die H_2O -Bildung benötigten 2H^+ bei der Redoxreaktion zwischen FADH_2 , und Cytochrom b freigesetzt.

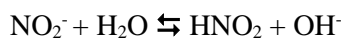
Das Enzym ist im Cytoplasma lokalisiert. Im Falle der Reduktion im Blatt werden die $\text{NADPH} + \text{H}^+$ und die Elektronen aus der Fotosynthesereaktion geliefert, bei C_4 -Pflanzen auch durch Oxidation von

Tipp: Denken Sie an die lichtabhängige Reaktion bei der Fotosynthese!

Malat zu Oxalacetat erhalten. Daher wird die Nitratreduktion im Blatt von der Belichtung beeinflusst. Anders in der Wurzel, da stammen $\text{NADH} + \text{H}^+$ sowie Elektronen aus der Zellatmung.

Die Aktivität der Nitratreduktase wird von verschiedenen Metaboliten beeinflusst. Nitrat erhöht sie beachtlich, $\text{NH}_4\text{-N}$ und verschiedene Aminosäuren wirken hemmend. Die Nitratreduktase hat eine nur wenige Stunden dauernde Halbwertszeit. Das Enzym muss also immer wieder neu synthetisiert werden.

Das im Cytoplasma pflanzlicher Zellen durch Nitratreduktion gebildete NO_2^- ist das Anion einer schwachen Säure. Dementsprechend wird ein Teil des gebildeten NO_2^- protoniert und es stellt sich nachstehendes Gleichgewicht ein:



Die äußere Membran von Plastiden, auch die von Chloroplasten, ist für NO_2^- schlecht, für HNO_2 jedoch gut passierbar. Daher nimmt der Chloroplast hauptsächlich HNO_2 auf und bewirkt damit eine gewisse Alkalisierung des Cytoplasmas, die ihrerseits zu einer erhöhten Synthese organischer Anionen führt.

Zweiter Schritt: Nitritreduktion

Im Chloroplast erfolgt dann die Reduktion von HNO_2 zu NH_3 . Der zuständige Enzymkomplex, die **Nitritreduktase**, besteht aus einer Polypeptidkette mit einem Sirohäm und einem tetranuclearen Schwefel-Eisen-Komplex. (*Sirohaem = sulphur iron haem*).

In den Chloroplasten kommen die Elektronen für die Reduktion direkt vom Ferredoxin. Hier ist also eine enge Kopplung zwischen Fotosynthese und Nitritreduktion gegeben. Dagegen stammen die H^+ direkt aus der wässrigen Lösung. So werden die Elektronen des Ferredoxins über den Enzymkomplex an das Nitrit bzw. HNO_2 abgegeben und es entstehen als Endprodukte bei dieser Reaktion NH_3 und Sauerstoff. Diese werden dann durch weitere Elektronen und Protonen (von Ferredoxin und $\text{NADH} + \text{H}^+$) zu Ammonium und Wasser umgewandelt.

In nicht grünen Pflanzenorganen, z. B. in der Wurzel, wird ebenfalls NO_2^- zu NH_3 reduziert. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass in den Plastiden von Wurzeln ein Ferredoxin ähnliches Redoxsystem vorkommt, welches HNO_2 zu NH_3 zu reduzieren vermag.

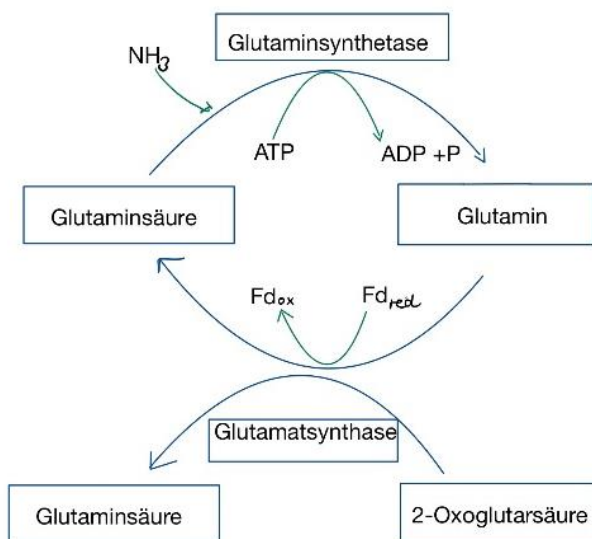
Auch die Aktivität der Nitritreduktase wird durch Metabolite beeinflusst. NO_2^- und NO_3^- wirken stimulierend. Der Gehalt an Nitritreduktase ist viel höher als an Nitratreduktase. Daher ist auch bei reichlichem Nitratangebot in den Pflanzen kaum Nitrit nachzuweisen, während sich Nitrat anreichern kann, z. B. bei einer Überversorgung von NO_3^- oder bei unzureichender Belichtung.

Begriff	Erklärung/Definition
Akzeptoren	
Aminierung	
Anionen/Kationen	
assimilieren, Assimilation	
ATP, ADP	
C3-Pflanzen	
C4-Pflanzen	
Carboxylgruppe	
Cytochrom	
Enzyme	
FAD, FADH ₂	
Ferredoxin	
Metabolite	
Nitrogenasesystem	
oxidiert, Oxidation	
prosthetischen	
protoniert	
Redoxreaktion	
Reduktionsäquivalente	
reduziert, Reduktion	
Rhizobiumbakteroid	
Synthese, synthetisiert	

Strukturlegen: reduktive Aminierung

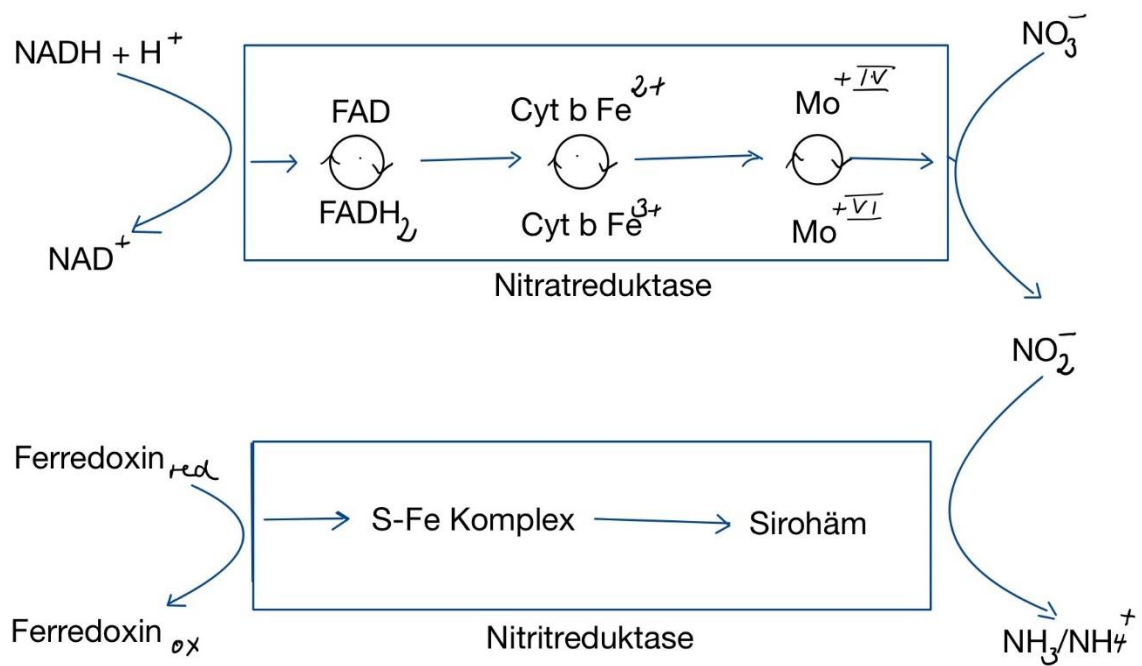
NH ₃	2-Oxoglutarinsäure	NH ₂
$ \begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{O}=\text{C} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HO}-\text{C}=\text{O} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HO}-\text{C}=\text{O} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}=\text{O} \end{array} $
GOGAT	Glutaminsynthetase	$ \begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HO}-\text{C}=\text{O} \end{array} $
Glutaminsäure	Ferredoxin _{ox}	
Glutamatsynthase	Glutamin	
Glutaminsäure	ADP + P	
ATP	Ferredoxin _{red}	

Lösung



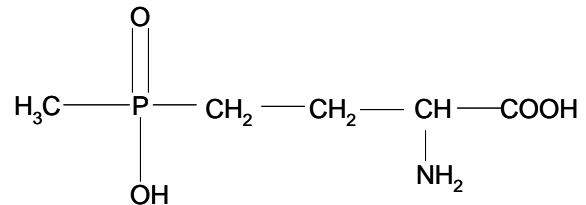
Strukturlegen: assimilatorische Nitratreduktion

NO_3^-	NO_2^-	Nitratreduktase
$\text{NADH} + \text{H}^+$	NAD^+	Sirohäm
FAD	FADH_2	NH_3
Cytochrom b- Fe^{3+}	Cytochrom b- Fe^{2+}	NH_4^+
Mo^{+VI}	Mo^{+IV}	Ferredoxin _{ox}
Ferredoxin _{red}	Nitritreduktase	S-Fe-Komplex



AB 4: Infotext „Kompetitive Hemmung der reduktiven Aminierung“

Phosphinothricin (PPT) ist ein Wirkstoff für Herbizide und wird als Basta®-Glufosinat im Handel verkauft. PPT hemmt das Enzym Glutaminsynthetase und die Folge davon ist, dass sich NH_3 anreichert, das wiederum für die Pflanze giftig ist.



Anwendung in der Gentechnik: Bodenbakterien besitzen ein Gen, das dieses PPT unschädlich macht, indem es acetyliert wird. Dieses Bakteriengen wird in Raps, Rüben, Baumwolle eingebaut. Das Feld mit der genveränderten Kultur kann mit Basta behandelt werden, wenn diese schon wächst und in der Lage ist, das PPT zu entgiften: herbizidtolerante Nutzpflanze.

3.1.6 WEITERFÜHRENDE HINWEISE/LINKS

- Nitratmessung bei Gemüse/Reflectoquant:

https://www.merckmillipore.com/INTL/en/products/analytcs-sample-prep/test-kits-and-photometric-methods/instrumental-test-systems-for-quantitative-analyses/reflectoquant-system/ILOb.qB.O-jIAAAE_Jhh3.Lxj,nav (Zugriff: 25.11.2020)

- Wirtschaftlichkeit der N-Düngung: abnehmender Ertragszuwachs mithilfe einer Tabellenkalkulation (z. B. Excel)

3.2 Wiederkäuerverdauung und Fütterung (BPE 8.3 und 8.4)

3.2.1 STOFFVERTEILUNG

DAUER Std.	UNTERRICHTSPHASE, INHALT	MATERIAL, MEDIEN	ANGESTREBTES ERGEBNIS, ERWARTETES SCHÜLERVERHALTEN
1/2	Verdauungsorgane der Wiederkäuer Welche Tierarten gehören zu den Wiederkäuern?	Pansensaft Modellkuh	Verdauungsorgane, Fassung, Aufgabe Mikroorganismen und Protozoen Vorgang des Wiederkauens
4-5	Umsetzung der Kohlenhydrate im Pansen Acidose	Kuhspeichel pH-Messung	- Vergärung und Bildung von Pansensäuren - Verwendung der kurzkettigen Fettsäuren: Bildung von Milchzucker und Milchfett - Bedeutung des Speichels/der Struktur: Acidose, Entstehung, Vorbeugung und Maßnahmen
6	Gluconeogenese		Bildung von Blutzucker beim Rind (vgl. auch Gluconeogenese beim Monogastrier)
7	Ketose = Energiemangelsyndrom		Entstehung einer Ketose, Begründung mit Stoffwechselfvorgängen, Vorbeugung und Maßnahmen
8/9	Umsetzung der Proteine im Pansen		- Desaminierung, Proteinneubildung durch Mikroorganismen - ruminohepatischer Kreislauf mit Harnstoffbildung - pansenstabile N-Verbindungen
10	Beurteilung der Pansenumsatzungen	MLP-Bericht	Kriterien der Beurteilung: Milchharnstoffwert, FEQ
11/12	Futtermittel beim Wiederkäuer	Schülerversuche: TS/XA-Bestimmung	Weender Analyse van Soest
13-15	Bewertung der Futtermittel: Energiestufenschema Proteinbewertung siehe detaillierte Hinweise	Eiweißumsetzung Tafelanschrieb A)	von GE zu NEL XP, nXP, UDP, RNB und ihre Zusammenhänge einfache Rechnungen
16-20	Rationsgestaltung und -beurteilung	Rationsprogramm https://lazbw.landwirtschaft-bw.de/pb/Lde/Startseite/Themen/Hilfsmittel (Stand: 16.12.2020)	Erhaltungsbedarf und Leistungsbedarf berechnen sowie Korrekturfaktoren Aufbau der Ration: Grundfutter, Ausgleichsfutter, MLF Beurteilung von Rationen

3.2.2 FACHLICHE HINWEISE

Verlaufsplan Proteinbewertung

DAUER	UNTERRICHTSPHASE, INHALT	MATERIAL, MEDIEN	ANGESTREBTES ERGEBNIS, ERWARTETES SCHÜLERVER- HALTEN
15 min	Einstieg: Problematisierung: Futterwert- tabelle nXP und XP	Tabelle: Grassilage-Maissilage, Schüler-Gespräch	SuS erkennen Unterschiede von XP und nXP Mais- und Grassi- lage.
30 min	Erarbeitung: - Rohproteinumsetzung im Pansen - Zusammenhang zwischen Energiehalt der Futtermittel im Verhältnis zur Menge von Aminosäuren/NH ₃ im Pansen	Fragend entwickelnd Lehrer- Schüler-Gespräch Tafel Futterwerttabelle	SuS erkennen die Auswirkun- gen auf den RNB Wert.
15 min	Wiederholung und Festigung: - Verdauung im Labmagen und Darm: Vorgänge der Verdauung durch Vorstruktur gesichert.	Lehrer-Schüler-Gespräch Tafel	SuS wenden ihre Kenntnisse zu den Vorgängen der Eiweißver- dauung auf die Fraktionen im Pansen an, erkennen die Verän- derung der Mikroorganismen- menge und die Auswirkung auf den nXP Wert im Darm.
15 min	LZK: Berechnen den RNB- Wert - Erklären Sie den positiven RNB-Wert der Grassilage und die Veränderung des XP-Wer- tes zum nXP-Wert. - Erklären Sie die den negati- ven RNB-Wert der Maissilage. - Erläutern Sie, welche Bedin- gungen vorliegen müssen, dass bei Fütterung von Maissilage mehr nXP im Darm vorliegt.	Tafel $RNB = (XP - nXP) / 6,25$ Ergebnissicherung Tafelbild	SuS beschreiben die Vorgänge Unterschiede von nXP bei Fut- termitteln mit unterschiedlichen Rohprotein- und Energiegehal- ten.
10 min	Ergebnissicherung - Wege des Proteinabbaus bei energiearmen/-reichen Futter- mitteln - Folgen für Stoffwechsel	Tafel	SuS stellen ihre Lösungsvor- schläge vor, Festigung eines ge- meinsamen Ergebnisses.
5 min	LZK Futterwerttabelle RNB von Harnstoff erklären.	Futterwerttabelle	SuS tragen den RNB Wert in die Einstiegstabelle ein.

3.2.3 DIDAKTISCHE HINWEISE

Die Bewertung des Proteins ist Teil der Wiederkäuerverdauung des Rindes, wie sie in BPE 8.3 und 8.4 behandelt wird. Dabei sind die vielfältigen Kennwerte, die zur Beschreibung der Umsetzungsvorgänge im Wiederkäuerverdauungstrakt dienen, in ihrer Bedeutung zu kennen. Die Schülerinnen und Schüler verstehen, dass das Vormagensystem des Wiederkäuers als biologische Möglichkeit zur Veredelung von mineralischem Stickstoff gebraucht wird. Die Schülerinnen und Schüler sollen dabei erkennen, dass mithilfe von Energie und entsprechenden Bakterien aus mineralischen N-Verbindungen hochwertiges Protein hergestellt werden kann. Dies aber funktioniert nur in einem sensiblen, von vielen Faktoren abhängigen System des Pansens, welches durch falsche Fütterung aus dem Gleichgewicht gebracht werden kann, was Krankheitserscheinungen des Tieres führt. Auch hier muss herausgearbeitet werden, dass der Schlüssel dieses Prozesses in der Bereitstellung von Energie liegt. Die Verwertung der sonst nicht ernährungsphysiologisch nutzbaren Cellulose ist ebenso herauszustellen, wie der Umstand, dass Milch und Fleisch der Wiederkäuer in vielen Regionen der Erde, wenn sie auch im Umfang in geringem Maße zur Verfügung stehen, die einzig biologisch hochwertige Eiweißquelle darstellen. Der Wiederkäuer ist in diesen Regionen und in Europa also eine alternativlose Möglichkeit, wie Grünlandaufwüchse genutzt werden können.

3.2.4 METHODISCHE HINWEISE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DIGITALER MEDIEN

Das Tafelbild wird im Lehrer-Schüler-Gespräch und in fragend-entwickelnder Unterrichtsform schrittweise entwickelt und erstellt. Digitale Medien sind dazu nicht notwendig.

3.2.5 ARBEITSMATERIALIEN/AUFGABEN

Proteinbewertung

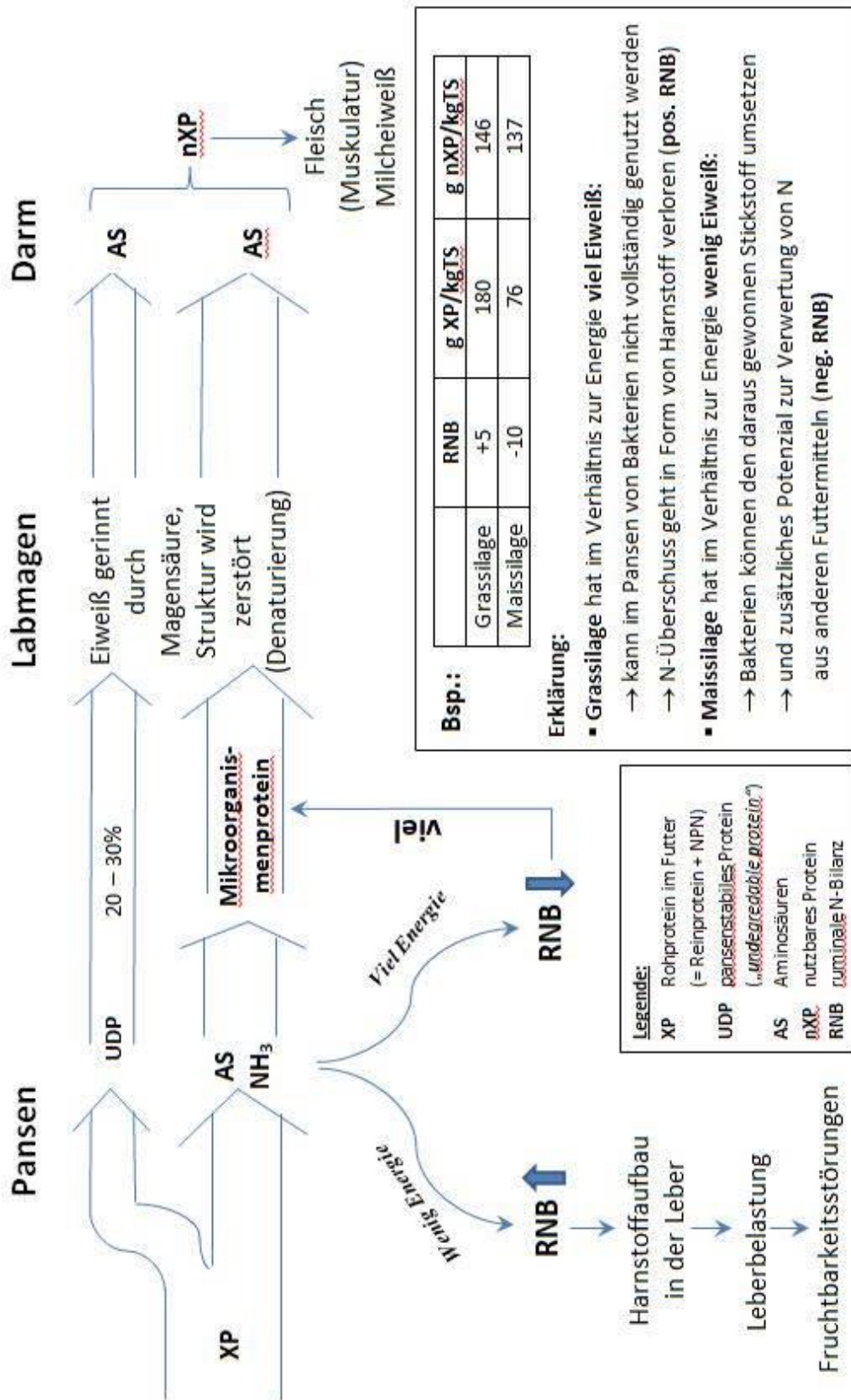
Einstiegsproblem: In Futterwerttabelle die XP und nXP Werte von Grassilage und Maissilage nachsehen

	RNB in g	g XP/kgTS	g nXP/kgTS
Grassilage		180	146
Maissilage		76	137

Bsp. Grassilage: Wie kann es sein, dass von 180 g XP nachher nur 146 g nXP übrig bleiben?

Maissilage: Wie können aus 76 g XP anschließend 137 g nXP werden?

Ziel: Rohproteinumsetzung im Magen-Darm-Trakt des Wiederkäuers kennenlernen: „Vom Rohprotein zum Fleisch oder zum Milcheiweiß“.

Tafelanschrieb (eigene Darstellung)
PE 8.3 Proteinumsetzung und -bewertung: zu entwickelndes Tafelbild


3.3 Züchtung beim Rind (BPE 12)

3.3.1 STOFFVERTEILUNGSPLAN

STD.	GLIEDERUNG/INHALT		MEDIEN/MATERIALEN
1	1.	Einführung	Präsentation
2		Rinderrassen, Zuchtverfahren	
3/4	2.	Zuchtziele beim Rind	Bullendatenblatt
5		Exterieurmerkmale	
6	3.	Der Zuchtplan	
7/8	4.	Klassische Zuchtwertschätzung BLUP-Verfahren	
9/10		Einzelzuchtwerte, Indexzuchtwerte	Bullenempfehlung
11	5.	Selektion in der Tierzucht	
12	5.1	Selektionsgrößen	
13	5.2	Selektionsverfahren (Selektion nach abhängigen und unabhängigen Grenzen)	Übungsaufgaben
14/15	6.	Verfahren zur Erhöhung des Zuchtfortschrittes	AB zur Gruppenarbeit
16-19	7.	Genomische Zuchtwertschätzung	
20	8.	Ökologischer Zuchtwert	

3.3.2 FACHLICHE HINWEISE

A) VERLAUFSPLAN KLASSISCHE ZUCHTWERTSCHÄTZUNG

DAUER	UNTERRICHTSPHASE, INHALT	MATERIAL, MEDIEN	ANGESTREBTES ERGEBNIS, ERWARTETES SCHÜLERVERHALTEN
5 min	Einstieg Bisher verschiedene Kreuzungen im Bereich Erbkrankheiten gemacht. Welche Eigenschaften sind dem Landwirt wichtig?	Lehrer-Schüler-Gespräch	SuS sammeln wirtschaftlich wichtige Merkmale wie Milchmenge, tgl. Zunahmen, ... sie unterscheiden qualitative und quantitative Merkmale.
10 min	Teilziel 1: Notwendigkeit einer Schätzung der genetisch additiven Faktoren	AB	SuS erkennen, dass die Leistung eine Funktion von Genetik- und Umwelteffekten ist; sie begründen die Notwendigkeit einer Zuchtwertschätzung.
20 min	Teilziel 2: Zuchtwertberechnung	AB	SuS erläutern die Bedeutung der unterschiedlichen Informationsquellen und berechnen Zuchtwerte von Kühen. Sie erkennen, dass Zuchtwerte als Abweichung vom Merkmalsmittel dargestellt werden.
25 min	Teilziel 3: ZW-Schätzung von Bullen	AB	SuS erklären, wie Zuchtwerte beim Bullen über die Töchterleistungen gewonnen werden können.
30 min	Teilziel 4: Darstellung der Zuchtwerte	AB	SuS begründen die Darstellung der Zuchtwerte sowohl als absolute Werte als auch als Indexwerte. Sie üben die Interpretation an Beispielen.

B) VERLAUFSPLAN GENOMISCHE ZUCHTWERTSCHÄTZUNG

DAUER	UNTERRICHTSPHASE, INHALT	MATERIAL, MEDIEN	ANGESTREBTES ERGEBNIS, ERWARTETES SCHÜLERVERHALTEN
10 min	Einstieg: Engpässe im Zuchtprogramm Konventionelle Zuchtprogramme bei Milch- und Zweinutzungsrindern sehr erfolgreich: z. B. jährlicher Zuchtfortschritt in der Fleckviehpopulation in BW >100 kg MM.	Folie: aktueller Bullenkatalog (mit konventionellen Bullen und Genom-Bullen)	
	Basis dieses Zuchtfortschritts?	Folie: Sicherheit der Zuchtwerte	Nachkommenprüfung der Testbullen liefert sehr sichere/zuverlässige Zuchtwerte.
	Was ist der Preis für diese hohe Sicherheit der Zuchtwerte der geprüften Bullen?	Tafel: Engpässe im Zuchtprogramm	Man muss lange warten, bis die Testtöchter geprüft sind, langes Generationsintervall, mindert den Zuchtfortschritt pro Jahr.
10 min	Impuls: Merkmal „Nutzungsdauer“ ist eines der funktionellen Merkmale, die im Gesamtzuchtwert stark an Bedeutung gewonnen haben. Sicherheit des ZW eines Bullen für die Nutzungsdauer nach dem Prüfeinsatz? Wdh: Laufbahn eines Fleckviehbullen.	Folie: Sicherheit der Zuchtwerte	Wenig sichere Zuchtwerte für „Nutzungsdauer“ bei geprüften Bullen.
	Wann erreicht man größere Sicherheiten?		Bei mehr und älteren Töchtern mit mehreren Laktationen. Alter des Bullen über 10 Jahre!
	Impuls: Situation der Sicherheit der ZW bei Kühen?	Folie: Sicherheit der Zuchtwerte	Erst mit höherem Alter einer Kuh werden die ZW für die Milch sicherer und die ZW für funktionale Merkmale bleiben unbefriedigend! -->Tafelanschrieb: Engpässe im Zuchtprogramm

5 min	Überleitung zur Genomischen Selektion: ZW ohne Töchter?	Folie: aktueller Bullenkatalog (mit konventionellen Bullen und Genom-Bullen) Tafel: Überschrift „Genomische Selektion“	
30 min	Erläuterung des Verfahrens der „Genomischen Zuchtwertschätzung“ Anknüpfung an vorhandenes Wissen: Wie viele Gene bilden die Grundlage für die Merkmale wie „Milchleistung“ und „Nutzungsdauer“?		Viele Gene! = polygene, quantitative Merkmale
	Exemplarische Betrachtung der DNA von drei Bullen. Entwicklung an der Tafel Hinweis: Die polygene Wirklichkeit ist viel komplexer!	Tafel: Entwicklung SNP-Effekte und SNP-Genotyp	
30 min	Zusammenfassung „Genomische Zuchtwertschätzung“ SNP, Gen-Chip, Bedeutung der Referenz-Stichprobe herausarbeiten	Tafel: Genomische Zuchtwertschätzung	
5 min	Kontrollfragen:		
	Wie lange ist der errechnete genetische Effekt eines SNP sicher gültig?		Bis zur nächsten Meiose! Crossing over, Kopplungsbruch möglich
	Diskussion: Vollbrüder-Bullen und Genomische Zuchtwerte		Trotz identischer Eltern unterschiedliche Genomische ZW, d. h. Genomische ZW sind genauer! (vgl. Erbschema) (Pedigree-ZW sind bei Vollgeschwistern identisch!)
	Welche Vorteile bringen die Genomischen Zuchtwerte für die Zuchtverfahren?	Folie: Sicherheit der Zuchtwerte	- Höhere Sicherheiten als Pedigree-ZW - Genomische ZW liegen früh vor (schon als Kalb oder gar als Embryo) - Zuchtfortschritt geht schneller
	Fazit:		

	<p>Genomische Zuchtwertschätzung = Revolution</p> <p>Bei der Konventionellen Zuchtwertschätzung wird praktisch nur nach den phänotypischen Merkmalen entschieden und davon auf die DNA des Tieres geschlossen.</p> <p>Die Genomische Zuchtwertschätzung kehrt dieses Prinzip um: Mit ihr kann man von der DNA auf die phänotypischen Merkmale schließen!</p>		
--	--	--	--

3.3.3 FACHLICHE HINWEISE

Die Zuchtwertschätzung ist ein hervorragendes Beispiel im Fach Agrarbiologie, wie biologische Sachverhalte (Erblichkeit von Merkmalen, Mendel'sche Regeln, ...) in der landwirtschaftlichen Praxis (der Rinderzucht) ihre Anwendung finden.

Das Ziel jedes Rinderzüchters ist es, die genetische Veranlagung und dadurch die Leistung seiner Kühe und Bullen zu verbessern. Rinderzucht kann nur dann erfolgreich sein, wenn es gelingt, die genetische Veranlagung eines Tieres mit genügender Sicherheit (= Genauigkeit) zu erkennen. Diese wird jedoch durch verschiedene äußere Einflüsse und Zufälligkeiten verschleiert, sodass besondere Verfahren notwendig sind, um aus den vorhandenen Informationsquellen den Zuchtwert eines Tieres zu schätzen.

Das Zuchtverfahren „Genomische Selektion“ hat in einer rasanten Geschwindigkeit Einzug in die Rinderzucht gehalten und ist heute ein fester Bestandteil der Zuchtpraxis. Grundlage hierfür ist ein Zuchtwertschätzverfahren, bei dem zusätzlich zu den bereits bisher verwendeten Abstammungs- und Leistungsinformationen die Ergebnisse einer genetischen Untersuchung mit einbezogen werden. Durch diese Genomische Zuchtwertschätzung ist es möglich, lange vor dem Vorliegen von Töchterinformationen Aussagen zur Vererbungsleistung von Bullenkälbern zu machen. Die „Genomische Selektion“ stellt eine wichtige Ergänzung zur bestehenden Zuchtwertschätzung anhand von Abstammungs- und Leistungsergebnissen dar.

3.3.5 DIDAKTISCHE HINWEISE

Zu A)

Die Zuchtwertschätzung ist eine Anwendung des genetischen Wissens auf konkrete Sachverhalte. Da es ein speziell landwirtschaftliches Thema ist, haben die Schülerinnen und Schüler dazu keine Schulbuchunterlagen. Daher wurde diese Einheit so gestaltet, dass die Schülerinnen und Schüler aufbauend entlang eines schüleraktivierenden Skriptes geführt werden, wobei immer kleine Übungsaufgaben angeschlossen sind.

Problemorientierte Hinweisfragen, wie „Wie kann man den Zuchtwert eines Bullen für das Merkmal Milchleistung ermitteln?“, wurden in das Skript eingearbeitet, dies soll das Wiederholen erleichtern.

Die Schülerinnen und Schüler werden vorstrukturiert durch die Materie geführt, die inhaltliche Fülle des Stoffes wurde dabei auf das Nötigste reduziert.

Die additive Polygenie ohne Umwelteffekte würde sich als Vorstruktur, eventuell schon im Rahmen der Klassischen Genetik BPE 10, anbieten. Sie kann auch unmittelbar vor dieser Unterrichtseinheit stehen.

Das Problem der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung wäre im Anschluss sinnvoll, gefolgt von der Genomischen Zuchtwertschätzung.

Zu B)

Aus der BPE 12 ist hier die Einheit Genomische Zuchtwertschätzung dargestellt. Aus den vorangegangenen Unterrichtseinheiten ist den Schülerinnen und Schülern die konventionelle Zuchtwertschätzung bekannt. Demnach gilt: Je mehr Informationsquellen für die Ermittlung der Zuchtwerte zur Verfügung stehen, desto zuverlässiger und genauer ist die Zuchtwertschätzung. Hier knüpft der Einstieg dieser Einheit an und zeigt gleichzeitig das Problem des langen Generationsintervalls bei konventionellen Zuchtbullen auf.

In Anlehnung an Inhalte zum Genchip (BPE 9.2) wird das Verfahren der Genomischen Zuchtwertschätzung erläutert. Eine zusammenfassende Darstellung begründet die Vorteile genomischer Jungbullen: Zwar weisen sie etwas weniger sichere Zuchtwerte auf, jedoch erbringt das viel kürzere Generationsintervall eine beträchtliche Erhöhung des jährlichen Zuchtfortschritts.

3.3.7 METHODISCHE HINWEISE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DIGITALER MEDIEN**Zu A)**

Die Methodik dieser Stunde liegt hauptsächlich beim schüleraktiven Erarbeiten des Stoffes anhand des Skriptes. Als Anwendung und zur Vertiefung des Inhalts können die Schülerinnen und Schüler mithilfe von Online-Bullenkatalogen (www.rind-bw.de oder www.stmelf.bayern.de) Aufgaben bewältigen, z. B. geeignete Bullen zu einem gesetzten Ziel aussuchen und bearbeiten.

Zu B)

Als Abschluss der BPE 12 fasst diese Stunde verschiedene Inhalte und Aspekte der vorangegangenen Unterrichtseinheiten zusammen und bindet Inhalte aus BPE 9.2 mit ein. Daher erfolgt der Unterricht im Lehrer-Schüler-Gespräch.

3.3.8 ARBEITSMATERIALIEN/AUFGABEN
AB: Züchtung – Zuchtwertschätzung

Betrachten wir die Merkmale bei der Milchkuh, so können wir zwei Kategorien unterscheiden:
 Fellfarbe – Milchmenge – Größe – Hörner – Eiweißmenge – tägliche Zunahmen – Zitzenlänge

A) Manche Merkmale können wir als *qualitative Merkmale* bezeichnen, sie kennzeichnen eine Eigenschaft, bei der nur die Möglichkeit Variante a oder b besteht.

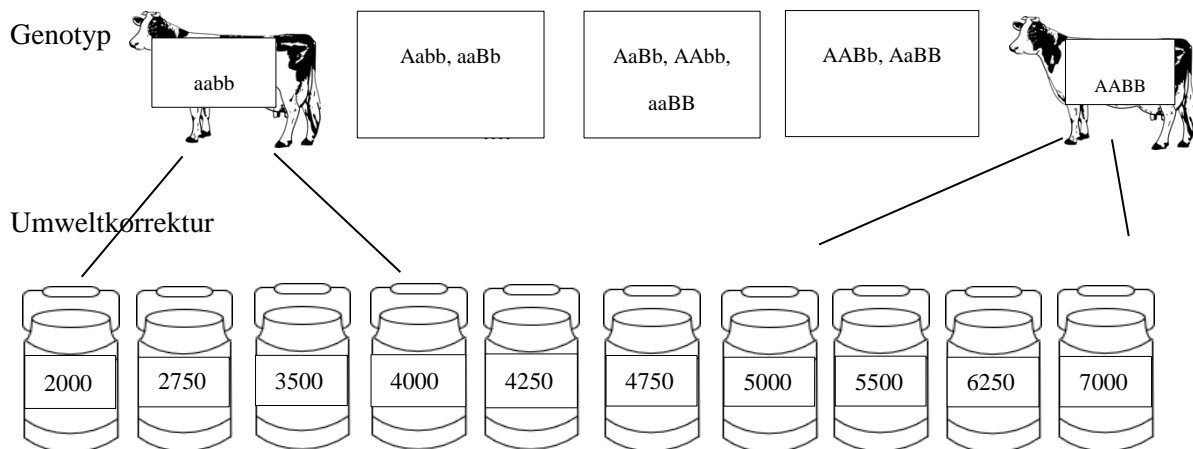
Beispiel: Hörner

Die Vererbung dieser Merkmale beruht auf einzelnen Genen und unterliegt den Mendel'schen Gesetzen

B) *Quantitative Merkmale* sind messbar und haben unterschiedlichste Ausprägung. Beispiel:

Annahme: Das Merkmal „305-Tage-Milchleistung“ sei abhängig von 2 Genpaaren und 5 Umweltstufen.

Genwirkungen:	Umweltwirkung: Haltung, Pflege, Jahreszeit, Fütterung, Laktation
A,B je 1500 kg Milch	sehr schlecht: - 1000 kg gut: + 500 kg
a,b je 750 kg Milch	schlecht: - 500 kg sehr gut: + 1000 kg
	mittel: +/- 0 kg



(Hinweis: In der Realität ist das Merkmal „305-Tage-Milchleistung“ von mehreren Tausend Genorten abhängig.)

1. Skizzieren Sie die Häufigkeitsverteilung der Kühe mit dem zugehörigen Mittelwert. Begründen Sie:

2. Welche Aussage kann über die Genetik einer Kuh mit einer Leistung von 5000 kg gemacht werden?

Die Zuchtwertschätzung

Bei der „Zuchtwertschätzung“ versucht man, den Anteil der Gene am Phänotyp eines Tieres abzuschätzen. Dabei muss man den Umwelteffekt so klein wie möglich halten, damit man die Wirkung der „additiven Gene“ bestimmen kann. Bei der Zuchtwertschätzung vergleicht man immer die Werte der Tiere untereinander, der Mittelwert der Gruppe ist 100 oder +/-0 (Beispiel oben: _____kg);

Der *Zuchtwert* beschreibt, welche Wirkung die Gene eines Tieres auf ein einzelnes Phänotyp-Merkmal haben. Er wird als Abweichung vom Mittelwert angegeben. Beispiel: Zuchtwert +300 kg Milch bedeutet ...

Es gilt die allgemeine Formel:

$ZW = h^2 (P - VG)$ dabei ist h^2 = Erblichkeit/Heritabilität; P = Proband; VG = Vergleichsgruppe

Wie kann man nun den Zuchtwert eines Tieres berechnen?

Man benötigt dafür möglichst viele Informationen des Probanden sowie den Durchschnitt der Vergleichsgruppe. In der Tabelle 1 unten sind einige Vergleichswerte für die Milchleistung dargestellt.

Tabelle 1: Milchleistungen aller Kühe in der Milchkontrolle in kg		
Land	2018	2017 (Veränderung)
Baden-Württemberg	8060	+ 364
Bayern	8015	+ 314
Mecklenburg-Vorpommern	9669	+ 163
Sachsen	9794	+ 243

A) Zuchtwert einer Kuh

Aufgaben:

1. Berechnen Sie mit der Formel $ZW = h^2 (P - VG)$

1.1 den Zuchtwert einer Kuh mit der Eigenleistung 9.400 kg in BW, wenn die Erblichkeit der Milchleistung $h^2 = 0,35$ ist.

1.2 den Zuchtwert dieser Kuh für Sachsen.

B) Zuchtwert vor Leistungsdaten

Abb. 1:

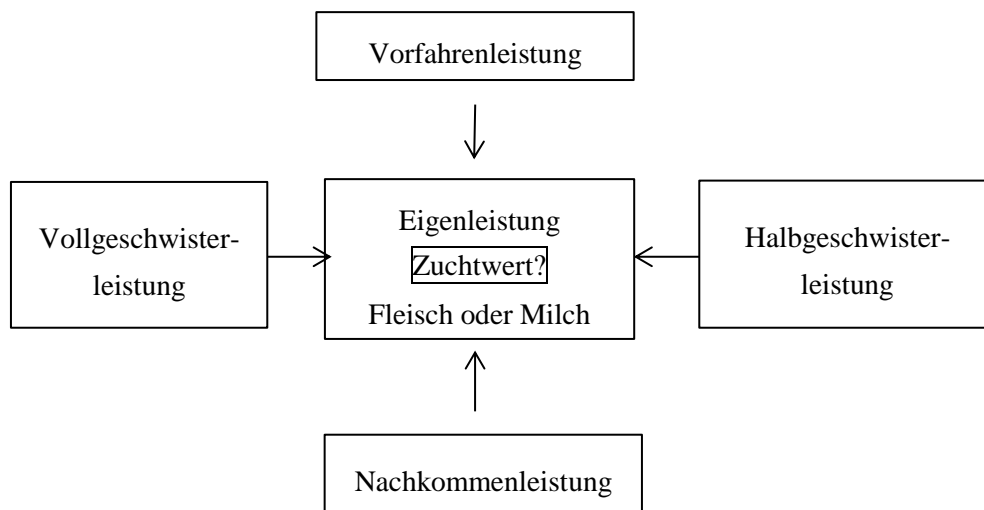


Abb.1: Möglichkeiten der Zuchtwertschätzung beim Rind

Aufgabe:

Wie kann man den Zuchtwert der Kuh abschätzen, wenn sie noch gar keine Kälber hat? Überlegen Sie mithilfe der Abbildung 1 oben.

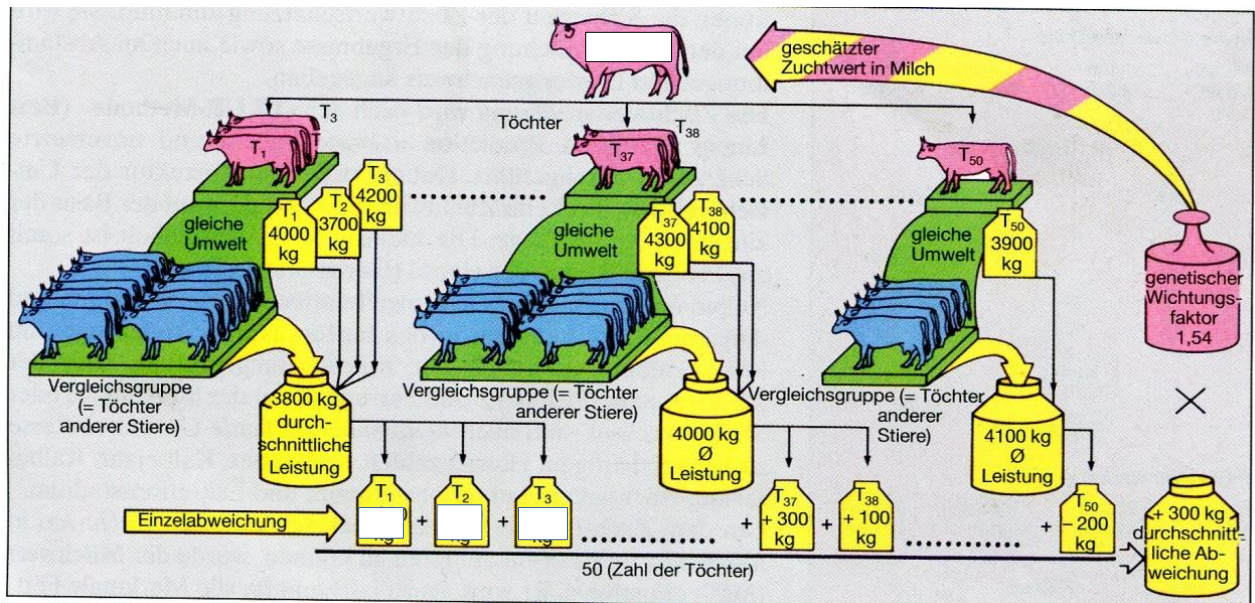
C) Zuchtwertschätzung für Bullen

Wie kann man berechnen, ob ein Bulle eine hohe Milchleistung vererbt? Diese Information kann man nicht vom Bullen selbst bekommen.

Welche Informationen kann man von ihm bekommen?

Da aber Nachkommen nicht alle Gene ihrer Eltern erben und sich von ihren Geschwistern auch stark unterscheiden können, ist eine gute Möglichkeit der Zuchtwertschätzung die Nachkommenprüfung, die in der Abbildung 2 unten dargestellt ist.

Abb. 2:



Quelle: Agrarwirtschaft. Fachstufe Landwirt, München: BLV Buchverlag (9. Aufl.) 2012, S. 313.

Aufgaben:

1. Ergänzen Sie die fehlenden Einzelabweichungen.

2. Was versteht man unter „gleichen Umweltklassen“? Warum werden sie gemacht?

3. Welchen Zuchtwert bekommt der Bulle?

Hier ist statt h^2 der genetische Wichtungsfaktor genannt. In ihn gehen h^2 sowie die Töchterzahl ein.

4. Beschreiben Sie die Aussage der Tabelle 2 unten und ergänzen Sie die fehlenden Zuchtwerte.

Tabelle 2: Abhängigkeit des geschätzten Zuchtwertes eines nachkommegeprüften Bullen von der Zahl der Töchter			
Töchterzahl	Beispiel Abweichung Milch	Wichtungsfaktor	Zuchtwert kg Milch
25	+ 300	1,25	+ 375
50	+ 300	1,54	
100	+ 300	1,74	
1000	+ 300	1,97	+ 591

Diese Zuchtwerte können für alle Merkmale wie Fett-kg, Eiweiß-kg, ... erstellt werden. Beide, Kuh und Bulle, geben je die Hälfte ihres Zuchtwertes an die Nachkommen weiter.

5. Berechnen Sie die geschätzte Leistung einer Kuh in BW mit den Eltern: ZW/Kuh + 240 kg;
ZW/Bulle: +560 kg

Darstellung der Zuchtwerte

Die Zuchtwerte können unterschiedlich dargestellt werden:

a) als absolute Werte

Beispiel: der Bulle HF-Mardic mit 22 Töchtern.

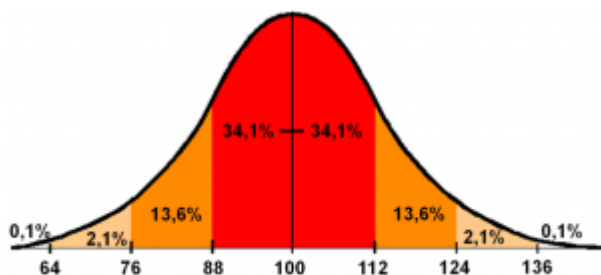
Milch					
	Milch	Fett %	Fett kg	Eiw. %	Eiw. kg
ZW:	+ 895	+ 0,02	+ 37	- 0,04	+ 27

Aufgabe:

Überlegen Sie, welchen Nachteil die Darstellung der Zuchtwerte vieler Merkmalsbereiche als absolute Werte hat.

b) als Relativwerte

Dabei geht man davon aus, dass die Phänotypen in Bezug auf ein Merkmal normalverteilt sind. Man nimmt den Mittelwert gleich 100, die Abweichungen werden in ... -Schritten angegeben.



Man unterscheidet verschiedene **Merkmalsbereiche**, die alle als Relativzahlen angegeben werden:
 RZM (Relativzuchtwert Milch)
 RZE (Relativzuchtwert Exterieur)
 RZN (Relativzuchtwert Nutzungsdauer)
 RZS (Relativzuchtwert somatische Zellen)
 RZD (Relativzuchtwert Melkbarkeit – „dairy“)

Quelle: Christian Fürst, Zuchtwertschätzung beim Rind. Grundlagen, Methoden und Interpretationen. Hg. ZuchtDATA (2017), S. 2–10.

Der Bulle Mardic hat folgende Relativwerte:

RZG 135 (77)	RZM 122 (81)	RZE 122 (74)	RZS 103 (80)
RZN 122 (70)	RZD 107 (78)	RZR 116 (59)	RZKd 106 (87)

Beschreiben Sie Stärken und Schwächen des Bullen bei den genannten Relativzuchtwerten:

Aufgabe:

1. Vergleichen Sie die beiden Fleckviehbullen Wobbler und Varta in Bezug auf ihre Zuchtwerte:

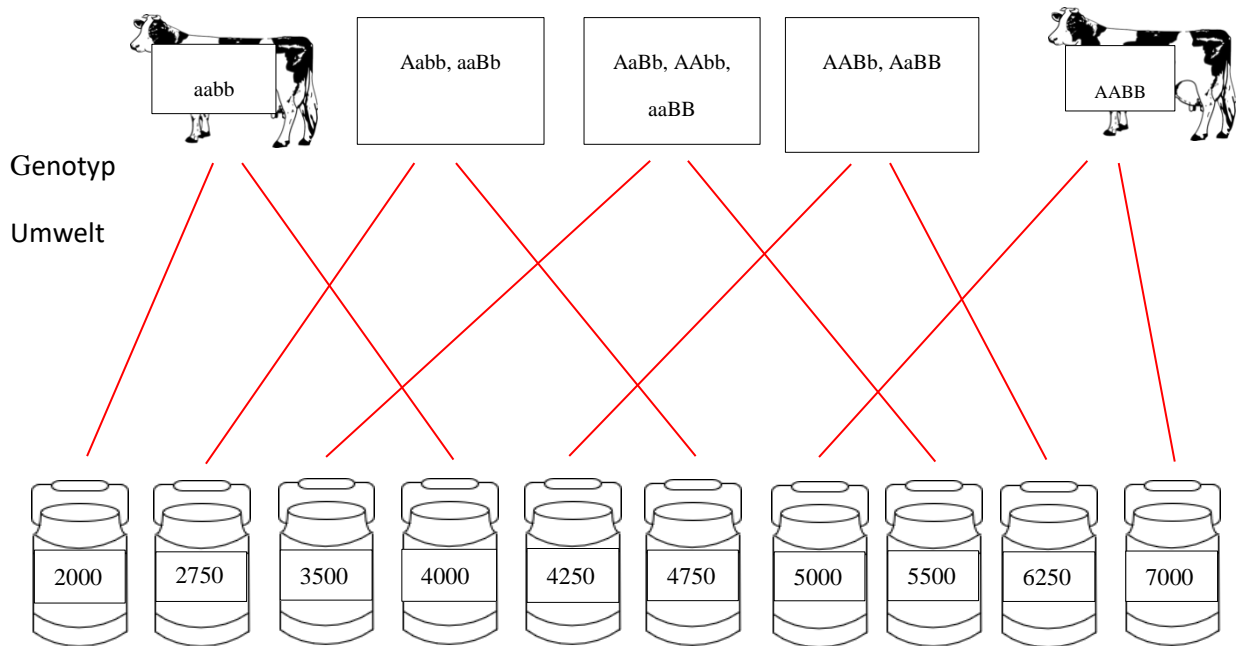
a) *Wobbler* mit über 5000 Töchterleistungen

Milch (kg)	Fett (kg)	Fett (%)	Eiweiß (kg)	Eiweiß (%)
+852	+18	-0,21	+27	-0,04

b) *Varta* mit 56 Töchtern

Milch (kg)	Fett (kg)	Fett (%)	Eiweiß (kg)	Eiweiß (%)
+853	+35	-0,01	+33	+0,03

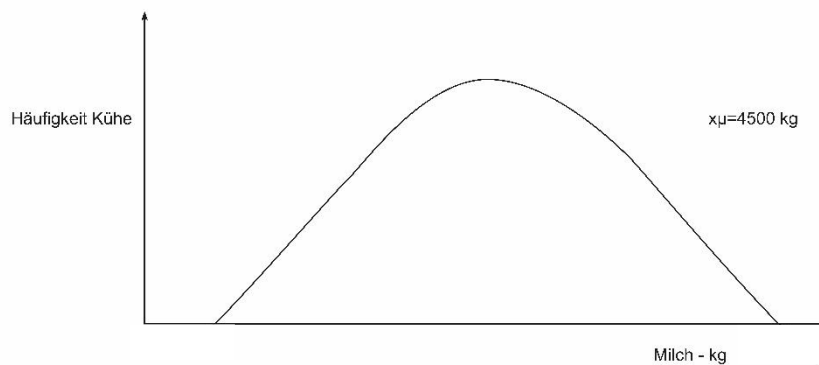
2. Welchen würden Sie eher einsetzen? Begründen Sie!

AB: Züchtung – Zuchtwertschätzung (Lösungsvorschlag)


Beobachtung: Leistung = **beruht auf Genetik und Umwelteffekten**

(Hinweis: In der Realität ist das Merkmal „305-Tage-Milchleistung“ von mehreren Tausend Genorten abhängig.)

Skizzieren Sie die Häufigkeitsverteilung der Kühe mit dem zugehörigen Mittelwert. Begründen Sie:



Begründung: viele genetische und Umweltfaktoren ergeben Gaußsche Normalverteilung

Welche Aussage kann über die Genetik einer Kuh mit einer Leistung von 5000 kg gemacht werden?

Kuh mit 5000 kg Leistung kann unterschiedliche Genotypen haben, der Genotyp ist nicht genau bestimmbar, sondern nur abschätzbar

Die Zuchtwertschätzung [...]

A) Zuchtwert einer Kuh

Berechne mit der Formel $ZW = h^2 (P - VG)$

a) den Zuchtwert einer Kuh mit der Eigenleistung 9 400 kg in BW, wenn die Erblichkeit der Milchleistung $h^2 = 0,35$ ist

$$ZW = (9400 \text{ kg} - 8060 \text{ kg}) \times 0,35 = +469 \text{ kg}$$

b) den Zuchtwert dieser Kuh für Sachsen $ZW = (9400 \text{ kg} - 9794 \text{ kg}) \times 0,35 = -138 \text{ kg}$

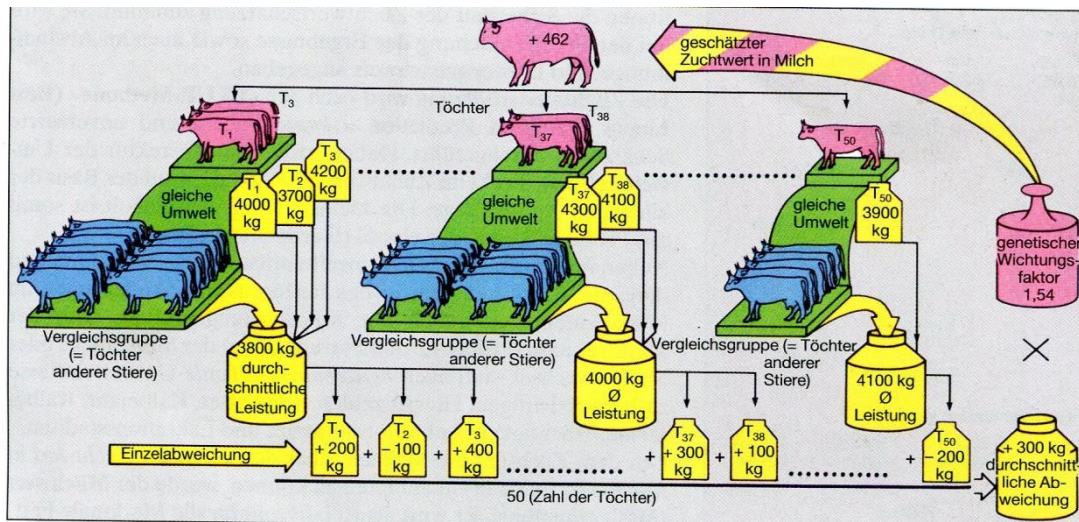
B) Zuchtwert vor Leistungsdaten

Wie kann man den Zuchtwert der Kuh abschätzen, wenn sie noch gar keine Kälber hat? Überlegen Sie mithilfe der Abbildung 1 oben. **Abschätzen anhand der ZW von Vater, Mutter, Geschwister, ...**

C) Zuchtwertschätzung für Bullen [...]

Welche Informationen kann man von ihm bekommen?

Vorfahrenleistung, Vater-Mutter – Großvater – Großmutter [...]



Quelle: Agrarwirtschaft. Fachstufe Landwirt, München: BLV Buchverlag (9. Aufl.) 2012, S. 313.

Töchterzahl	Beispiel Abweichung Milch	Wichtungsfaktor	Zuchtwert kg Milch
25	+ 300	1,25	+ 375
50	+ 300	1,54	+ 462
100	+ 300	1,74	+ 522
1000	+ 300	1,97	+ 591

Berechnen Sie die geschätzte Leistung einer Kuh in BW mit den Eltern: ZW/Kuh + 240 kg; ZW/Bulle:
+ 560 kg

$$8060 \text{ kg} + 240/2 \text{ kg} + 560/2 \text{ kg} = 8460 \text{ kg}$$

Darstellung der Zuchtwerte [...]

Überlegen Sie, welchen Nachteil die Darstellung der Zuchtwerte vieler Merkmalsbereiche als absolute Werte hat:

Der Landwirt muss sehr viele Zahlen vergleichen, kein genaues Ranking der Bullen.

b) als Relativwert [...]

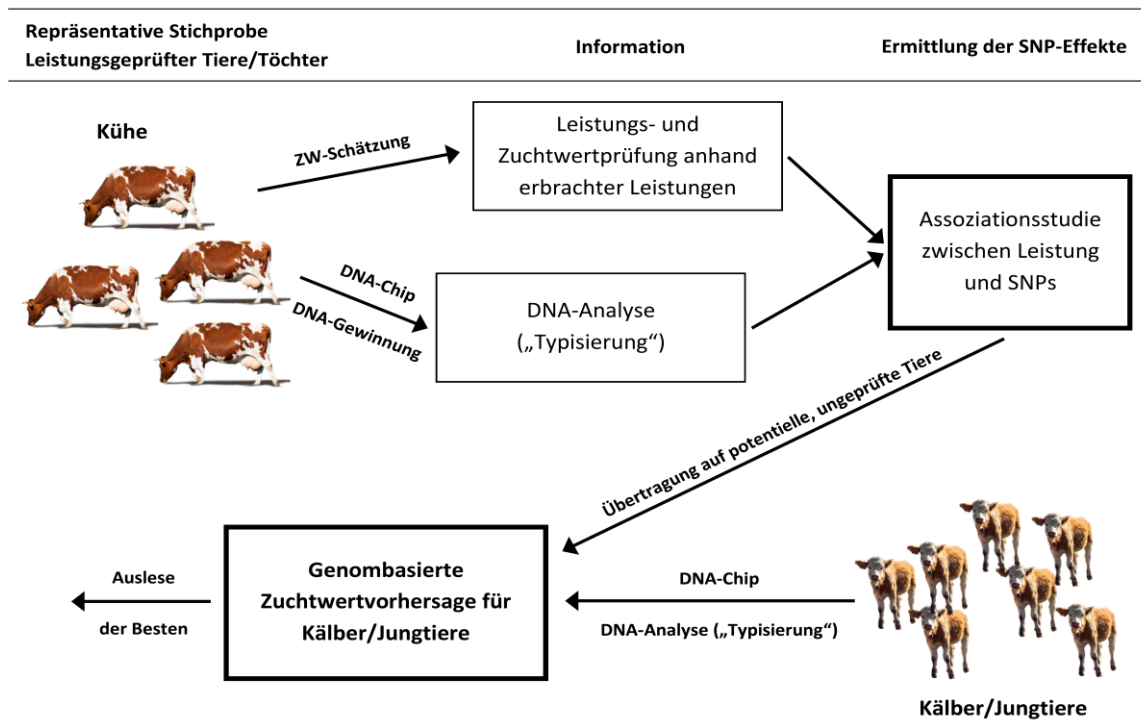
Beschreiben Sie Stärken und Schwächen des Bullen bei den genannten Relativzuchtwerten:

Mardic ist durchschnittlich in Zellzahlen und Melkbarkeit, gut bei Nutzungsdauer, Exterieur und Milch

Vergleich der beiden Bullen Wobbler und Varta:

Zuchtwerte in Bezug auf Milchleistung sind vergleichbar, Varta vererbt mehr Fett- und mehr Eiweißmenge. Durch die weit höhere Anzahl der Töchter ist Wobbler aber viel vertrauenswürdiger, seine Daten sind sicherer.

TA/Tafel: Genomische Zuchtwertschätzung



Verändert nach Prof. Dr. Wilfried Brade (in: BWagrar, Landwirtschaftliches Wochenblatt 36/2012, Magazin Milch, 05.09.2012);

Verkürztes Verfahren:

Die aus der Lernstichprobe gewonnenen Informationen können zur Anleitung von merkmalspezifischen Zuchtwerten für den genotypisierten (jungen) Kandidaten herangezogen werden.

4 Umsetzungsbeispiele für Vertiefung – individualisiertes Lernen – Projektunterricht (VIP)

PROJEKTWOCHE: ÖKOLOGISCHER LANDBAU

Die EG-Öko-Basisverordnung aus 2007 bildet die Grundlage für eine ökologische Erzeugung pflanzlicher und tierischer Produkte. Der gemeinschaftsrechtliche Rahmen für eine ökologische Produktion soll dem Ziel dienen, einen fairen Wettbewerb für ökologische Erzeugnisse zu gewährleisten und das Vertrauen der Verbraucher in ökologische Produkte zu wahren.

Auf dieser Grundlage sollen die Schülerinnen und Schüler sich Informationen aneignen, die sie in die Lage versetzen, verschiedene Anbauformen zu vergleichen und über die verschiedenen Anbaukonzepte zu diskutieren.

Zu Beginn der Projektwoche werden die Schülerinnen und Schüler in Gruppen (vier bis sechs Schüler sind pro Gruppe möglich) eingeteilt, die Einführung findet im Plenum statt und kann variabel gestaltet sein, es empfiehlt sich allerdings, auf die Alltagserfahrung der Schülerinnen und Schüler zurückzugreifen. Im Anschluss werden die Themen der einzelnen Gruppen kurz vorgestellt, die Schülerinnen und Schüler wählen ihr Thema.

Der Zeitplan zeigt, dass sich die Schülerinnen und Schüler über fünf Tage hinweg mit dem ökologischen Landbau beschäftigen. Nach einer ersten Arbeitsphase, der Nachmittag des ersten Tages und der zweite Tag, sollen idealerweise am dritten Tag Betriebsbesichtigungen verschiedener Betriebe stattfinden, während denen die Schülerinnen und Schüler ihre Fragen, die sie in der ersten Arbeitsphase entwickelt haben, stellen können.

Für die Betriebsführungen eignen sich sowohl konventionelle als auch ökologische Betriebe der verschiedenen Verbände.

Die einzelnen Themen sind in gleicher Weise strukturiert. Jede Gruppe bearbeitet ein Schwerpunktthema und ein weiterführendes Thema. Die Quellen zur Bearbeitung der jeweiligen Themen differieren in den einzelnen Gruppen und sind deshalb für jede Gruppe am Ende der Arbeitsaufträge aufgeführt.

Es folgt eine kurze Vorstellung der Themen in den einzelnen Gruppen:

Gruppe 1: Vergleich der Vorschriften bezüglich pflanzlicher Erzeugung, Grundlage bilden die EU-Öko-Basisverordnung und die demeter-Richtlinien. Ziele, allgemeine Grundsätze und Prinzip eines geschlossenen Betriebskreislaufes werden erläutert. Verschiedene Kennzeichnungsweisen werden genannt und die Begriffe „Integrierter“ und „Kontrollierter“ Anbau werden erläutert.

Gruppe 2: Vergleich der Vorschriften bezüglich tierischer Erzeugung, Grundlage bilden die EU-Öko-Basisverordnung und die demeter-Richtlinien. Informationen zum Thema Umstellung auf ökologischen Landbau der verschiedenen Verbände werden erläutert und diskutiert.

Gruppe 3: Maßnahmen zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit und Grundregeln der Fruchtfolge und Fruchtfolgegestaltung werden dargestellt. Da dieses Thema nur einen Ausschnitt des ökologischen Landbaus darstellt, informieren sich die Schülerinnen und Schüler dieser Gruppe im weiteren Verlauf noch zu allgemeinen Themen des ökologischen Landbaus mithilfe eines Films.

Gruppe 4: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau und ein Vergleich der unterschiedlichen ökologischen Konzepte einer nachhaltigen Produktion werden dargestellt. Biologisch-dynamische und organisch-biologische Anbauformen werden miteinander verglichen, Gemeinsamkeiten und Unterschiede werden aufgezeigt.

Jede Gruppe entwickelt Fragen für die Betriebsbesichtigungen zu ihren Themen. Nach den Besichtigungen erfolgt eine zweite Arbeitsphase, in der die Gruppen Informationen aus den Besichtigungen in Zusammenfassung und Präsentation einarbeiten.

Am vierten Tag werden die Zusammenfassungen am Vormittag abgegeben und durch den Lehrer auf Richtigkeit kontrolliert, der Nachmittag beinhaltet die Erstellung der Präsentation und eventuell die Korrektur der Zusammenfassungen durch die Schülerinnen und Schüler.

Am Schluss der Projektwoche stehen die Präsentationen der Gruppen und eine anschließende Diskussion, eine Lernzielkontrolle (LZK) kann hier noch stattfinden. Die LZK umfasst eine Arbeitsanweisung und Informationskärtchen zu verschiedenen Themen (siehe Lösung der LZK). Durch diese LZK entsteht ein zusammenfassender Vergleich der unterschiedlichen Anbauformen.

Gruppeneinteilung: Schüler

GRUPPE 1	GRUPPE 2	GRUPPE 3	GRUPPE 4
Was bedeutet eigentlich „Bio“?	Was bedeutet eigentlich „Bio“?	Abwechslungsreich gestaltet	So viel wie nötig – so wenig wie möglich
<i>Pflanzenbau im Vergleich</i>	<i>Tierproduktion im Vergleich</i>	<i>Fruchtfolgegestaltung im (ökologischen) Landbau</i>	<i>Biologischer Pflanzenschutz</i>

Projektarbeit im AG zur BPE 13 Ökologischer Landbau: Zeitplan

	Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5
Vormittag	Themenvorstellung Gruppeneinteilung Einführung	Projektarbeit der Gruppen 1–4	Betriebsbesichtigung 1: z. B. demeter-, bioland-, konventioneller Betrieb	Projektarbeit der Gruppen 1–4 (Einarbeitung der Ergebnisse aus den Betriebsbesichtigungen) Abgabe der Dokumentation	Präsentationen der Gruppenarbeiten Diskussion und Nachbesprechung, LZK
Mittagspause					
Nachmittag	Projektarbeit der Gruppen 1–4	Projektarbeit der Gruppen 1–4	Betriebsbesichtigung 2: z. B. demeter-, bioland-, konventioneller Betrieb	Projektarbeit der Gruppen 1–4 (Erstellung Präsentationen, Einarbeitung Ergebnisse aus Betriebsbesichtigung)	

*Gruppe 1: Arbeitsauftrag**Was bedeutet eigentlich „Bio“? Pflanzenbau im Vergleich***1. Bearbeiten Sie in Ihrer Gruppe folgende Punkte:**

1.1. Die EG-Öko-Basisverordnung aus 2007 bildet die Grundlage für eine ökologische Erzeugung pflanzlicher und tierischer Produkte. Der gemeinschaftsrechtliche Rahmen für eine ökologische Produktion soll dem Ziel dienen, einen fairen Wettbewerb für ökologische Erzeugnisse zu gewährleisten und das Vertrauen der Verbraucher in ökologische Produkte zu wahren. Neben der EG-Öko-Basisverordnung gibt es weitere Verbände, die Richtlinien für eine ökologische Erzeugung festlegen.

- Stellen Sie die grundsätzlichen Bestimmungen der pflanzlichen Erzeugung in der EG-Öko-Basisverordnung übersichtlich dar.

Der demeter-Verband erzeugt Produkte im biologisch-dynamischen Anbau.

- Vergleichen Sie ihre Ergebnisse aus der ersten Aufgabe mit den vom demeter-Verband vorgegebenen Richtlinien bezüglich der Betriebsstruktur der grundsätzlichen Erzeugung, einsetzbarer Präparate, Saatgut, Düngung und Ackerbau.
- Arbeiten Sie Unterschiede heraus und stellen Sie diese übersichtlich (z. B. in Form einer Tabelle) dar.

1.2. Vorbereitung von Betriebsführungen während der Projektwoche:

- Entwickeln Sie Fragen für die Betriebsbesichtigung der Betriebe allgemeiner Natur, z. B. Größe/Fläche des Betriebes, Anzahl Mitarbeiter, pflanzliche und tierische Erzeugnisse, Direktvermarktung etc.
- Entwickeln Sie Fragen für die Betriebsbesichtigung der Betriebe, die zeigen, wie diese das Konzept des biologisch-dynamischen Anbaus umsetzen.
- Arbeiten Sie Ihre Ergebnisse in die Zusammenfassung und Präsentation ein.

1.3. Ökologischer Landbau:

- Führen Sie auf, welche allgemeinen Grundsätze und Ziele im ökologischen Landbau verfolgt werden sollen.
- Legen Sie dar, welche zusätzlichen Erzeugnisse für die pflanzliche Produktion verwendet werden dürfen. Welche Kriterien sind dabei anzulegen?
- Erläutern Sie kurz die Kennzeichnungsweise von ökologisch erzeugten Produkten und welche Symbole verwendet werden. Welche Aussagekraft haben Sie?

1.4. Integrierter – kontrollierter Anbau:

- Expertenforum aid: „Häufig finde ich Hinweise auf Lebensmittelpackungen wie „aus kontrolliertem Anbau“ „aus integriertem Anbau“ oder „aus ökologischem Landbau“.
- Was steckt eigentlich hinter diesen Bezeichnungen?
- Stellen Sie die Unterschiede zum ökologischen Landbau übersichtlich dar.
- Erklären Sie das Prinzip eines „möglichst geschlossenen Betriebskreislauf“

1.5. Erstellen Sie eine informative, übersichtliche und verständliche Zusammenfassung all Ihrer Ergebnisse, die sie am Freitag abgeben, und einen Kurzvortrag von 15 Minuten, den Sie am letzten Tag der Projektwoche präsentieren werden.

Literatur:

- Fachstufe Landwirt, BLV Buchverlag 2007 (3. überarbeitete Auflage)
- Grundstufe Landwirt, BLV Buchverlag 2007 (8. überarbeitete Auflage)
- aid infodienst Ökologischer Landbau Grundlagen und Praxis, 6. veränderte Neuauflage, 1070/2013
- aid infodienst Die neue EG-Verordnung Ökologischer Landbau Erläuterungen und Beispiele, 1434/2009
- Fachstufe Landwirt, BLV Buchverlag München 2007 (3. überarbeitete Auflage)

Internetquellen:

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0848> (Zugriff: 9.7.2020)
- https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/oekologischer-landbau/oekologischer-landbau_node.html;jsessionid=178139A66BD9F7AAD7C1C740AFE7B667.internet2852 (Zugriff: 9.7.2020)
- www.demeter.de/ueber-uns/richtlinien (Zugriff: 9.7.2020)
- www.boelw.de/themen/eu-oeko-verordnung/ (letzter Zugriff 09.07.2020)
- www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/oekologischer-landbau/oekologischer-landbau_node.html (Stand: 25.11.2020)
- <https://schrotundkorn.de/umwelt/die-integrierte-begriffsverwirrung> (Stand: 31.1.1998; Zugriff: 25.11.2020)
- „Expertenforum: Sie fragen – aid antwortet“: Frage vom 06.06.2014: liegt als PDF-Datei vor unter Zusatzmaterial zu finden
- Kontrollierte Irreführung (FOCUS Magazin Nr. 35 (1993):
- www.focus.de/kultur/medien/werbung-kontrollierte-irrefuehrung_aid_143905.html (Stand: 2.1.2021)
- BÖLW: Was ist ökologische Landwirtschaft?
- www.boelw.de/service/bio-faq/landwirtschaft/artikel/was-ist-oekologische-landwirtschaft/ (Stand: 25.11.2020)

Gruppe 1: Erwartungshorizont

Was bedeutet eigentlich „Bio“? Pflanzenbau im Vergleich

1.

Stellen Sie die grundsätzlichen Bestimmungen der pflanzlichen Erzeugung in der EG-Öko-Basisverordnung übersichtlich dar.

Bodenbearbeitung mit der Zielsetzung:

- Erhaltung und Förderung der organischen Bodensubstanz (Humus)
- Verbesserung der Bodenstabilität
- Verbesserung der Artenvielfalt
- Vermeidung Bodenverdichtung, Erosion

Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit durch:

- mehrjährige Fruchtfolge
- Anbau von Leguminosen/Gründung
- Wirtschaftsdünger aus ökologischer Produktion (keine mineralischen Dünger)
- Kompostearbeitung (in Ausnahmefällen zusätzliche Düngemittel, Bodenverbesserer)
- umweltverträgliche (wenig belastende) Anbauverfahren

Pflanzenschutz (Vermeidung von Krankheiten, Schädlingen, Unkräutern) durch:

- Verwendung von Nützlingen
- geeignete Sortenwahl
- Fruchtfolge
- Anbauverfahren (Pflanzenschutzmittel nur in Ausnahmen und speziell zugelassene, z. B. Pyrethroide)
- Einsatz von ökologischem Saatgut
- Reinigungs- und Desinfektionsmittel nach Artikel 16 der EG-Öko-Basisverordnung

- Vergleichen Sie ihre Ergebnisse aus der ersten Aufgabe mit den vom demeter-Verband vorgegebenen Richtlinien bezüglich der grundsätzlichen Erzeugung, einsetzbarer Präparate, Düngung, Ackerbau und Tierhaltung.
- Arbeiten Sie Unterschiede heraus und stellen Sie diese übersichtlich (z. B. in Form einer Tabelle) dar.

	EG-Öko-Basisverordnung	demeter-Richtlinien
Betrieb, allgemein	Teilumstellung möglich. Ökologische und konventionelle Bewirtschaftung auf einem Betrieb möglich, muss aber deutlich gekennzeichnet sein.	Gesamtbetriebsumstellung, ausschließlich biologisch-dynamische Bewirtschaftung für den gesamten Betrieb. Für landwirtschaftliche Betriebe ist Tierhaltung obligatorisch. Spezielle Schulung/Bezirkstreffen der Landwirte. Begegnung des Lebensumfeldes auf eine spirituelle Art.

Pflanzenschutz	<p>Wirtschaftsdünger aus ökologischer Produktion, Kompost</p> <p>Pflanzenschutzmittel in Ausnahmen, z. B. Pyrethroide dürfen eingesetzt werden. Kupfereinsatz max. 6 kg/ha/Jahr gemäß den Pflanzenschutzbestimmungen.</p>	<p>Jährliche Anwendung von Hornmist (eine kleine Handvoll frischen Kuhmists wird in ein Kuhhorn gefüllt und eine gewisse Zeit in der Erde vergraben; danach wird der Inhalt des Kuhhorns in einem Eimer Wasser verrührt und über einem Hektar Land versprüht; dies soll der Wirkung eines warmen Regens entsprechen), Hornkiesel (ein zu Pulver zermahlener Bergkristall wird in ein Kuhhorn gefüllt und den Sommer über in der Erde vergraben. Dann werden 2–4 g des Präparats in einem Fass – bevorzugt: Holz – mit Wasser eine Stunde lang dynamisch verrührt und, nach dem Einsetzen des Pflanzenwachstums, über dem Land versprüht; 10–50 Liter/ha; dies soll der Wirkung des warmen Sonnenscheins entsprechen und Aroma und Haltbarkeit des Lebensmittels steigern; die Wirkung dieses Präparates wird aus Sicht der Lehrmeinung der Anthroposophie erklärt, die von Rudolf Steiner um 1924 begründet wurde).</p> <p>Pyrethrine nur im Gartenbau und in Dauerkulturen, jedoch nicht bei der Pilzerzeugung.</p> <p>Max. 3 kg Kupfer/ha/Jahr nur in Dauerkulturen (Weinbau, Obstbau), Kupfereinsatz bei Kartoffeln und Tomaten nicht zugelassen.</p> <p>Biologisch-dynamische Kompost-, Spritz- und Flächenpräparate sind vorgeschrieben, um die Pflanzen und den Boden zu stärken.</p>
Saatgut	<p>Chemisch-synthetisch behandeltes Saatgut grundsätzlich nicht erlaubt.</p> <p>Hybridsorten wie Mais erlaubt.</p> <p>Elektronenbeizung erlaubt</p>	<p>Keine Hybridsorten im Getreidebau (Ausnahme: Mais). Keine Hybridzucht und keine Hybridvermehrung auf Demeter-Betrieben.</p> <p>Saat- und Pflanzengut soll aus biologisch-dynamischer Züchtung und Vermehrung stammen und wenn nachweisbar nicht verfügbar, aus ökologischer Herkunft – keine Elektronenbeizung.</p>

Stellen Sie dar, welche allgemeinen Grundsätze und Ziele im ökologischen Landbau verfolgt werden sollen.

GRUNDSÄTZE

Nachhaltige Bewirtschaftung:

- Naturkreisläufe berücksichtigend
- Erhaltung der Gesundheit von Boden, Wasser, Pflanzen, Tieren
- Erhaltung der Biodiversität
- verantwortungsvolle Nutzung von Energie und natürlichen Ressourcen
- Tierschutz (Tierart-spezifische Bedürfnisse)

Produktion:

- qualitativ hochwertige Produkte
- vielfältige Erzeugnisse (u. a. auch verfassensorientierte Produktion)

- umweltschonende Produktionsmethoden

ZIELE:

Methoden und Verfahren:

- Einsatz mechanischer Produktionsverfahren und geeigneter Rassen angepasst an regionale Gegebenheiten
- Pflanzenbau und Tiererzeugung sind flächengebunden (Produktionsmenge durch genutzte Fläche beschränkt)
- kein Einsatz von GVO (z. B. Mais, Tiere) oder daraus hergestellten Erzeugnissen (z. B. Maissilage)
- Verwendung externer Produktionsmittel beschränkt (z. B. Zukauf von Futtermitteln)

Bedingungen für Zukauf: aus ökologischer Produktion, natürlich gewonnene Rohstoffe, schwer lösliche mineralische Dünger

Bedingungen für chemisch-synthetische Produktionsmittel: nur dann zu verwenden, wenn obige Bedingung unannehmbare Folgen für die Umwelt hat oder in diesem Rahmen nicht verfügbar ist

Legen Sie dar, welche zusätzlichen Erzeugnisse für die pflanzliche und tierische Produktion verwendet werden dürfen. Welche Kriterien gelten dabei?

Zusätzliche Erzeugnisse sind erlaubt, wenn:

- notwendig und unerlässlich für die Produktion
- aus pflanzlicher, tierischer und mineralischer Produktion (wenn nicht in ausreichender Menge verfügbar, können synthetische Substanzen zugekauft werden)
- Vitamine, Mineralien aus biologischem Ursprung bzw. genau definierter Herkunft

Pflanzenschutzmittel:

- zur Bekämpfung von Schadorganismen, Krankheiten, wenn biologische Stoffe, Methoden oder Anbauverfahren nicht greifen
- bei synthetischen Stoffen: wenn sie so verwendet werden können, dass sie mit den essbaren Teilen der Pflanze nicht in Berührung kommen

Düngemittel, Bodenverbesserer:

- Verbesserung der Bodenqualität, Fruchtbarkeit und Nährstoffversorgung der Pflanzen

Reinigungs-/Desinfektionsmittel (Käfige, Gebäude, Anlagen):

- Erhaltung der Tiergesundheit, Vitalität
- Haltbarmachung von Futtermitteln

Erläutern Sie kurz die Kennzeichnungsweise von ökologisch erzeugten Produkten. Welche Symbole werden verwendet und welche Aussagekraft haben sie?

- Es besteht grundsätzlich keine Verpflichtung „Öko-Produkte“ als solche zu kennzeichnen.
- 2001: staatlich eingeführtes Bio-Siegel (orientiert sich an der EG-Öko-Basisverordnung und ist noch gültig)



www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/oekologischer-landbau/bio-siegel.html (Stand: 25.11.2020)

- 2010: EU-Biosiegel: einheitlich und Verbands-unabhängig



<https://de.wikipedia.org/wiki/Bio-Siegel#/media/Datei:Organic-Logo.svg> (Stand: 25.11.2020)

- Zusätzlich zum Logo: Angabe der Herkunft, zuletzt tätiger Erzeuger bzw. Verarbeiter
- Kontrolle durch Kontrollstellen

Schema: AB-CDE-999

AB = Herkunftsland

CDE = Bezeichnung für ökologische Produktionen

999 = Referenznummer der Kontrollstelle

- weitere Öko-Kennzeichnungen z. B. demeter erlaubt,
Grundlage für Zertifizierung: EG-Öko-Basisverordnung plus weitere Richtlinien

Beispiele:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Bio-Siegel> (Stand: 25.11.2020)

1.4 Integrierter – kontrollierter Anbau

Expertenforum aid: „Häufig finde ich Hinweise auf Lebensmittelpackungen wie ‚aus kontrolliertem Anbau‘, ‚aus integriertem Anbau‘ oder ‚aus ökologischem Landbau““.

- Was steckt eigentlich hinter diesen Bezeichnungen?
- Stellen Sie die Unterschiede zum ökologischen Landbau übersichtlich dar.

Ökologischer Landbau	Integrierter Landbau	Kontrollierter Landbau
Mindestanforderungen sind die EU-Rechtsvorschriften (z. B. EU-Basisverordnung) jährliche Kontrollen durch staatl. anerkannte Stellen Kennzeichnung (Öko-Kontrollnummer) zwei Hauptrichtungen mit weiteren Anforderungen (biologisch-dynamisch bzw. organisch-biologisch)	Kein gesetzlich geschützter Begriff umweltschonende Aspekte in der Erzeugung (z. B. Minimierung des Düngeeinsatzes, Fruchtfolgegestaltung, Sortenwahl, Pflanzenschutz) „Stellung“ zwischen ökologischem und konventionellem Anbau	Hersteller legt Richtlinien und Vorschriften der Produktion mit Erzeuger fest (z. B. Art/Menge der Düngemittel, Sortenwahl). Informationen zu den Anbaubedingungen sind direkt beim Hersteller zu erfragen.

- Erklären Sie das Prinzip eines „**Möglichst geschlossenen Betriebskreislaufs**“.

Zum Beispiel:

- BÖLW: Was ist ökologischer Landbau?, www.boelw.de/service/bio-faq/landwirtschaft/artikel/was-ist-oekologische-landwirtschaft/ (Stand: 25.11.2020)

*Gruppe 2: Arbeitsauftrag**Was bedeutet eigentlich „Bio“? Tierproduktion im Vergleich***2. Bearbeiten Sie in Ihrer Gruppe folgende Punkte:**

2.1. Die EG-Öko-Basisverordnung aus 2007 bildet die Grundlage für eine ökologische Erzeugung pflanzlicher und tierischer Produkte. Der gemeinschaftsrechtliche Rahmen für eine ökologische Produktion soll dem Ziel dienen, einen fairen Wettbewerb für ökologische Erzeugnisse zu gewährleisten und das Vertrauen der Verbraucher in ökologische Produkte zu wahren.

Neben der EG-Öko-Basisverordnung gibt es weitere Verbände, die Richtlinien für eine ökologische Erzeugung festlegen.

- Stellen Sie die grundsätzlichen Bestimmungen der tierischen Erzeugung in der EG-Öko-Basisverordnung übersichtlich dar.

Der demeter-Verband erzeugt Produkte im biologisch-dynamischen Anbau.

- Vergleichen Sie ihre Ergebnisse aus der ersten Aufgabe mit den vom demeter-Verband vorgegebenen Richtlinien bezüglich der grundsätzlichen Erzeugung, einsetzbarer Präparate, Düngung und Tierhaltung.
- Arbeiten Sie Unterschiede heraus und stellen Sie diese übersichtlich (z. B. in Form einer Tabelle) dar.

2.2. Vorbereitungen von Betriebsführungen während der Projektwoche

- Entwickeln Sie Fragen für die Betriebsbesichtigung der Betriebe allgemeiner Natur, unter anderem auch für das Verfahren der Umstellung von konventioneller Landwirtschaft auf ökologischen Landbau, Probleme, die auftraten etc.
- Entwickeln Sie Fragen für die Betriebsbesichtigung der Betriebe, die zeigen, wie diese das Konzept des biologisch-dynamischen Anbaus umsetzen.
- Arbeiten Sie Ihre Ergebnisse in die Zusammenfassung und Präsentation ein.
- Legen Sie dar, welche zusätzlichen Erzeugnisse für die tierische Produktion verwendet werden dürfen und unter welchen Kriterien sie ausgewählt werden.
- Beschreiben Sie, welchen Standpunkt die EG-Öko-Basisverordnung zu gentechnisch veränderten Organismen (GVO) bzw. deren Verwendung bezieht.

2.3. Auf dem Weg zum Ökobetrieb ...

Umstellung nach Informationen von aid:

- Erstellen Sie anhand der gelieferten Informationen eine Tabelle, die folgenden Punkte beinhaltet:
 - a) Welche formalen oder organisatorischen Aspekte ergeben sich bei einer Umstellung im Betrieb und der Familie?
 - b) Mit welchen Kostenpunkten muss man planen? Welche zusätzlichen Kosten können auf den Betrieb zukommen?

c) Welche arbeitstechnischen Abläufe in Tierhaltung und Pflanzenbau sind grundlegend zu ändern?

Umstellung von konventionellem Landbau zu einem ökologisch geführten Betrieb		
Formale/Organisatorische Aspekte	Mögliche Kostenpunkte	Arbeitstechnische Abläufe a) Tierhaltung b) Pflanzenbau

Umstellung nach Informationen von Bioland:

- Erstellen Sie anhand der gelieferten Informationen von Bioland noch eine weitere Tabelle wie in der vorangegangenen Aufgabe.
- Lesen Sie im Vergleich das Infomaterial von Demeter zu diesem Thema und überlegen Sie, wie hilfreich diese Informationen für Sie als Betriebsinhaber, der eine Umstellung seines Betriebes in Erwägung zieht, wären.

2.4. Erstellen Sie eine informative, übersichtliche und verständliche Zusammenfassung all Ihrer Ergebnisse, die sie am Ende der Projektwoche abgeben, und einen Kurzvortrag von 15 Minuten, den Sie am letzten Tag der Projektwoche präsentieren werden.

Literatur:

- aid infodienst Ökologischer Landbau Grundlagen und Praxis, 6. veränderte Neuauflage, 1070/2013
- aid infodienst Die neue EG-Verordnung Ökologischer Landbau Erläuterungen und Beispiele, 1434/2009
- Grundstufe Landwirt, BLV Buchverlag München 2007 (3. überarbeitete Auflage)
- Fachstufe Landwirt, BLV Buchverlag München 2007 (8. überarbeitete Auflage)

Internetquellen:

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0848> (Stand 9.7.2020)
- www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/oekologischer-landbau/oekologischer-landbau_node.html;jsessionid=178139A66BD9F7AAD7C1C740AFE7B667.internet2852 (Stand: 9.7.2020)
- www.demeter.de/ueber-uns/richtlinien (Stand: 9.7.2020)
- www.boelw.de/themen/eu-oeko-verordnung/ (Stand: 9.7.2020)

Gruppe 2: Erwartungshorizont

Was bedeutet eigentlich „Bio“? Tierproduktion im Vergleich

Stellen Sie die grundsätzlichen Bestimmungen der tierischen Erzeugung in der EG-Öko-Basisverordnung übersichtlich dar.

Herkunft der Tiere:

- in ökologischen Betrieben geboren und aufgezogen oder nach bestimmter Umstellungszeit in ökologischen Betrieben gehalten

Haltung/Unterbringung:

- Voraussetzung des Landwirts: Grundkenntnisse in Tiergesundheit, -schutz
- angepasst an Tierbedürfnisse (entwicklungsbedingt, physiologisch, ethologisch)
- ständiger Zugang zu Freigelände (entsprechende Witterungsbedingungen, Bodenzustand z. B. der Weiden)
- niedriger Tierbesatz
(Vermeidung der Überweidung, Erosion, Überlastung durch Wirtschaftsdünger)
- strikte Trennung von ökologisch und konventionell gehaltenen Tieren
- keine Anbindung, Isolierung von der Gruppe
- geringe Transportzeiten (z. B. zum Schlachter)
- Minimierung des Tierleidens

Züchtung:

- Fortpflanzung auf natürlichem Wege (künstl. Besamung möglich)
- kein Einsatz von Hormonen, Klonen, Embryotransfer
- geeignete Rassen

Futtermittel:

- betriebseigene Erzeugung (aus Umstellungsbetrieben möglich)
- angepasst an Entwicklungsstand des Tieres
- Raufutter/Weideland als Grundvorlage
- Zusatzstoff nur aus ökologischer Produktion
keine Wachstumsförderer/Aminosäuren
- Mutterkuhhaltung

Krankheitsvorsorge:

- optimale Haltungsbedingung, Rassenwahl
- immunologische Präparate gestattet
- Behandlung nur mit phytotherapeutischen, homöopathischen Arzneimitteln
- Behandlung mit synthetischem Arzneimittel/Antibiotika, wenn homöopathischer Rahmen ausgeschöpft, anschließende Wartezeiten (z. B. für die Schlachtung) sind einzuhalten

Der demeter-Verband erzeugt Produkte im biologisch-dynamischen Anbau.

Vergleichen Sie ihre Ergebnisse aus der ersten Aufgabe mit den vom demeter-Verband vorgegebenen Richtlinien bezüglich der grundsätzlichen Erzeugung, einsetzbarer Präparate, Düngung, Ackerbau und Tierhaltung.

Arbeiten Sie Unterschiede heraus und stellen Sie diese übersichtlich (z. B. in Form einer Tabelle) dar.

	EG-Öko-Basisverordnung	demeter-Richtlinien
Betrieb, allgemein	<p>Teilumstellung möglich. Ökologische und konventionelle Bewirtschaftung auf einem Betrieb möglich, muss aber deutlich gekennzeichnet sein.</p>	<p>Gesamtbetriebsumstellung, ausschließlich biologisch-dynamische Bewirtschaftung für den gesamten Betrieb.</p> <p>Für landwirtschaftliche Betriebe ist Tierhaltung obligatorisch. Spezielle Schulung/Bezirkstreffen der Landwirte. Begegnung des Lebensumfeldes auf eine spirituelle Art.</p>
Tierhaltung	<p>Tierhaltung nicht vorgeschrieben. Tierbesatz ist an Flächen gebunden. Trennung von ökologischen und konventionell gehaltenen Tieren.</p>	<p>Tierhaltung für landwirtschaftliche Betriebe ist vorgeschrieben. Mindestens 0,2 (R)GV/ha (Raufutterfressende Großvieheinheiten = Rinder, Schafe, Ziegen, Pferde) max. jedoch 2 GV/ha oder Kooperation mit Demeter-Betrieb mit Tierhaltung.</p> <p>Tierbesatz ist an Flächen gebunden.</p> <p>Konventionelle Tierhaltung nicht erlaubt.</p>
Tierwohl/-gesundheit	<p>Die Enthornung ist grundsätzlich zulässig.</p> <p>Arzneimittel: phytotherapeutisch, homöopathisch, in Ausnahmen (nach Erschöpfung aller Möglichkeiten) synthetische Arzneimittel, Antibiotika möglich. Immunologische Präparate</p>	<p>Enthornete Tiere dürfen nicht gehalten werden. Nicht zulässig: - Enthornung - Zähnekneifen - Nasenring, -krampen - Schnäbel stutzen - Kastration ohne Betäubung - Kuhtrainer</p> <p>Hörnertragende Rassen sind für Milchvieh vorgeschrieben. Mehrnutzungsrassen bevorzugt. Genetisch hornloses Rindvieh ist nicht erlaubt (Ausnahme: Aberdeen Angus, Deutsch Angus, Galloway). Förderung der Weiterentwicklung von Tieren durch die Vorbereitung auf kosmische/geistige Kräfte Arzneimittel: anthroposophisch, biologisch, homöopathische Naturheilverfahren natürliche Fortpflanzung (keine künstliche Besamung), Bullenhaltung notwendig</p>
Tiertransport	<p>Tiertransporte sollten mit wenig Stress einhergehen.</p>	<p>Kurze Transportwege (stressfrei und begleitet) sowie der Transport von Schlachtkörpern sind anzustreben.</p>

Futtermittel	Futtererzeugung vom eigenen Hof ist nicht eindeutig vorgeschrieben, wobei eine standortunabhängige Tierhaltung möglich ist. Bei Rindern, Ziegen und Schafen sind 0 % konv. Futter zugelassen. Der Zukauf von Futtermitteln ist nicht geregelt.	Mind. 50 % des Futters müssen vom eigenen Betrieb oder Betriebskooperation stammen. Angestrebt wird 100 % Futter aus biologisch-dynamischer Erzeugung. Im Sommer muss > 50 % Grünfutter gegeben werden (Futteraufnahme über Weidegang anzustreben). Im Winter soll ein möglichst hoher Anteil Heu gegeben werden (Kühe und Pferde min. 3 kg/Tier/Tag, Kleinwiederkäuer weniger).
--------------	--	---

Legen Sie dar, welche zusätzlichen Erzeugnisse für die tierische Produktion verwendet werden dürfen und unter welchen Kriterien sie ausgewählt werden.

Zusätzliche Erzeugnisse sind erlaubt, wenn:

- notwendig und unerlässlich für die Produktion,
- aus pflanzlicher, tierischer und mineralischer Produktion (wenn nicht in ausreichender Menge verfügbar, dann können synthetische Substanzen zugekauft werden,
- Vitamine, Mineralien aus biologischem Ursprung bzw. genau definierter Herkunft.

Reinigungs-/Desinfektionsmittel (Käfige, Gebäude, Anlagen):

- Erhaltung der Tiergesundheit, Vitalität
- Haltbarmachung von Futtermitteln

Beschreiben Sie, welchen Standpunkt die EG-Öko-Basisverordnung zu gentechnisch veränderten Organismen (GVO) bzw. deren Verwendung bezieht.

Verbot der Verwendung von GVO,

- aus GVO hergestellten Erzeugnissen
- durch GVO hergestellten Erzeugnissen

Ausnahme: Tierarzneimittel oder Zusatzstoffe, wenn sie verwendet werden müssen und nicht anderweitig herstellbar sind.

2.4 Auf dem Weg zum Ökobetrieb ...

Umstellung nach Informationen von aid:

Umstellung von konventionellem Landbau zu einem ökologisch geführten Betrieb		
Formale/Organisatorische Aspekte	Mögliche Kostenpunkte	Arbeitstechnische Abläufe a) Tierhaltung b) Pflanzenbau
<p>Bereitschaft zur Weiterbildung der/in der Familie</p> <p>Umstellung planen (Fachberater kontaktieren, andere ökologische Betriebe besuchen)</p> <p>evtl. sich einem Verband anschließen oder Einzelvertrag mit Kontrollstellen</p> <p>Umstellungszeit ca. 2–3 Jahre</p> <p>Eigene Geldmittel müssen vorhanden sein („Umstellungsdurststrecke“).</p>	<p>Investitionen bei: Unkrautregulierung (Maschinen)</p> <p>Lagerung/Ausbringung organischer Dünger</p> <p>Stallumbauten Futterlagerung</p> <p>Einrichtung von Vermarktungsräumen</p> <p>Flächenerweiterung</p> <p>Arbeitskosten</p> <p>Verluste durch geringeren Ertrag in Pflanzen- und Tierproduktion</p>	<p>a)</p> <p>Flächengebundene Tierhaltung (0,7–0,8 GV/ha)</p> <p>tierartgerechte Haltung</p> <p>Verwertung des entstandenen organischen Düngers</p> <p>b) natürliche Pflanzenschutzmittel</p> <p>Bodenbelebung</p> <p>Fruchtfolge</p> <p>Leguminosenanbau eigene Futtermittelerzeugung</p>

Umstellung nach Informationen von Bioland:

Umstellung von konventionellem Landbau zu einem ökologisch geführten Betrieb		
Formale/organisatorische Aspekte	Mögliche Kostenpunkte	Arbeitstechnische Abläufe a) Tierhaltung b) Pflanzenbau
<p>Bereitschaft der gesamten Familie zur Umstellung auf Bioland-Landbau</p> <p>genaue Dokumentation des Produktionsablaufes („strukturiertes Büro“)</p> <p>Eigene Geldmittel sollten vorhanden sein.</p> <p>Infomappe und Umstellungsberatung, anschließend erfolgt ein Kontrollvertrag für die Umstellungszeit, Beantragung von Förderprämien für die Umstellungszeit.</p> <p>Umstellungszeit: 2 Jahre</p> <p>nach erfolgreicher Umstellung: Bioland-Vertrag und Ökoförderung</p>	<p>Stallumbauten (Ställe mit Auslauf und Einstreu)</p> <p>anspruchsvolles Tiergesundheitsmanagement</p> <p>teurere(s) Saatgut/Sorten/Tierarten</p> <p>Bodenbearbeitungsgeräte</p> <p>Direktvermarktung (Verkaufsräume einrichten)</p> <p>Betriebsflächenzukauf</p>	<p>a)</p> <p>flächengebundene Tierhaltung (1 GV/ha) (oder 10 Mastschweine/ha)</p> <p>Kooperation mit anderen Biolandbetrieben möglich bei nicht ausreichender Betriebsfläche</p> <p>b)</p> <p>Fruchtfolge zur Unkrautregulierung</p> <p>Bodenbearbeitung/-belebung</p> <p>gezielte Saatgut- und Sortenwahl</p> <p>Nützlinge und biol. Pflanzenschutz</p>

*Gruppe 3: Arbeitsauftrag**Abwechslungsreich gestaltet – Fruchtfolgegestaltung im (ökologischen) Landbau***3. Bearbeiten Sie in Ihrer Gruppe folgende Punkte:****3.1. Im ökologischen Landbau stehen der Boden und seine Fruchtbarkeit im Mittelpunkt.**

- Legen Sie dar, wie die Bodenfruchtbarkeit als Grundlage für ein gutes Pflanzenwachstum durch bodenbearbeitende Maßnahmen gefördert wird.
- Erläutern Sie, welche Ziele in der Fruchtfolgegestaltung erreicht werden sollen, und nennen Sie die Grundregeln der Fruchtfolgegestaltung.
- Erstellen Sie eine Übersicht verschiedener Pflanzen und deren Eigenschaften in der Fruchtfolgegestaltung,

Bsp.

Mais: im ökologischen Landbau oft reduzierter Anbau

langsame Jugendentwicklung, anspruchsvolle Nichtleguminose, Tief- bzw. Flachwurzler

Vorfrucht: Leguminosen,

Nachfrucht häufig Hackfrüchte

- Fügen Sie mindestens drei Beispiele einer möglichen Fruchtfolge an und nennen Sie Gründe für Ihre Auswahl.
- Definieren Sie den Begriff „Zwischenfrucht“ und nennen Sie Vorteile, die beim Einsatz von Zwischenfrüchten entstehen können.

3.2. Vorbereitungen von Betriebsführungen während der Projektwoche

- Wie wurde das Konzept der Fruchtfolgegestaltung den besichtigten Betrieben umgesetzt?
- Entwickeln Sie Fragen für die bevorstehenden Betriebsbesichtigungen und arbeiten Sie Ihre Informationen in die Zusammenfassung und Präsentation mit ein.
- Erkundigen Sie sich über die herrschenden Bodenverhältnisse und Fruchtfolgen, die in diesen Betrieben durchgeführt werden.

3.3. Fragen zum Film „Ökologischer Landbau“ (aid):

- Fertigen Sie nach dem Anschauen des Films eine Übersicht an, in der folgende Fragen beantwortet werden:
 - Was beinhaltet ein vorbeugender Pflanzenschutz?
 - Wie kann man die Bodenfruchtbarkeit erhalten?
 - Was bedeutet eine flächengebundene Tierhaltung?
 - Welches sind wichtige Kriterien für die Tierhaltung im ökologischen Landbau?

3.4. Erstellen Sie eine informative, übersichtliche und verständliche Zusammenfassung all Ihrer Ergebnisse, die sie am Ende der Projektwoche abgeben, und einen Kurzvortrag von 15 Minuten, den Sie am letzten Tag der Projektwoche präsentieren werden.

Literatur/Materialien:

- aid infodienst: Die neue EG-Verordnung Ökologischer Landbau Erläuterungen und Beispiele, 1434/2009.
- Grundstufe Landwirt, BLV Buchverlag München, 2007 (3. überarbeitete Auflage)
- Fachstufe Landwirt, BLV Buchverlag München, 2007 (8. überarbeitete Auflage)
- „Gut für den Boden. Aktuelles zum Zwischenfruchtanbau 2013“, in: Bw agrar 20/2013, S. 16 ff.
- Film: „Ökologischer Landbau“. Herausgegeben vom aid infodienst Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft e. V. 3–4, Bonn; ISBN 978-3-8308-0773-5 (2008, Laufzeit: 53 min)

Gruppe 3: Erwartungshorizont

Abwechslungsreich gestaltet – Fruchtfolgegestaltung im (ökologischen) Landbau

3.1. Im ökologischen Landbau stehen der Boden und seine Fruchtbarkeit im Mittelpunkt.

Legen Sie dar, wie die Bodenfruchtbarkeit als Grundlage für ein gutes Pflanzenwachstum durch bodenbearbeitende Maßnahmen gefördert wird.

Zielsetzung: ein fruchtbarer, lebendiger Boden („Bodengare“: krümeliger, gut durchlüfteter Boden)

Steigerung der Bodenfruchtbarkeit durch:

- sorgfältige, schonende Bodenbearbeitung (z. B. Pflanzenwurzeln lockern die Bodenstruktur auf)
- vielseitige Fruchtfolgegestaltung
- regelmäßige organische Düngung (z. B. Förderung von Bodenlebewesen durch Absterben bzw. Einarbeiten organischer Masse; Humus als Wasser- und Nährstoffspeicher)

bodenbearbeitende Maßnahmen zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit:

- nicht zu feuchten Boden bearbeiten (Verdichtungen vermeiden)
- Bodenstruktur durch Pflanzenwurzeln verbessern
- Einarbeitung organischer Rückstände zur Humusbildung
- bei intensiver Bodenbearbeitung Humusaufbau fördern (org. Dünger, Gründüngung, Zwischenfrüchte)

Erläutern Sie, welche Ziele in der Fruchtfolgegestaltung erreicht werden sollen, und nennen Sie die Grundregeln der Fruchtfolgegestaltung.

Ziele der Fruchtfolgegestaltung:

- Viehfutter
- Produktion von Marktfrüchten
- Verbesserung der Humusbilanz
- Förderung der Bodenlebewesen
- N-Anreicherung
- Unterdrückung der Ackerbegleitflora (Unkräuter)
- Lockerung des Bodens (Tiefwurzler)
- ständige Bodenbedeckung (Verhinderung der Erosion)
- Zurückdrängen von Schädlingen

Fruchtfolgegestaltung:

- keine beliebige Fruchtfolge, einzelne Früchte übernehmen eine bestimmte Rolle in der Fruchtfolgegestaltung (Bsp. Leguminosen – N-Bindung; Hackfrüchte – unkrautreduzierend)

Grundsätze der Fruchtfolgegestaltung:

- nach Flachwurzler folgen Tiefwurzler
- auf wurzelarme folgen wurzelreiche Pflanzen
- Pflanzen mit langsamer Jugendentwicklung stehen nach unkrautunterdrückenden Früchten (z. B. Hackfrüchte)
- Hackfruchtanbau wirkt unkrautregulierend (aufgrund der intensiven Bearbeitung des Bodens)
- Einsaaten (Untersaaten) zur Bodenbeschattung, stärkere Durchwurzelung und N-Sammlung in möglichst vielen Fruchtfolgegliedern
- Zwischenfruchtgemenge mit Leguminosen beleben den Boden
- Hauptanteil an Leguminosen 25 %, besser 33 %
in der Fruchtfolge mindestens 1 Jahr Futterleguminosen oder Grünbrache zur Unkrautregulierung
- Wechsel von Sommer- und Wintergetreide wirkt unkrautregulierend

Erstellen Sie eine Übersicht verschiedener Pflanzen in der Fruchtfolgegestaltung, fügen Sie mindestens drei Beispiele einer möglichen Fruchtfolge an und nennen Sie Gründe für Ihre Auswahl.

- **Weizen:** benötigt einen garen Boden
Vorfrucht: Blatt- und Hackfrüchte, Gerste eher ungeeignet nur nach vorherigem Zwischenfruchtanbau
- **Raps:** Tiefwurzler, Gründüngung
gute Vorfrucht
mögliche Nachfrucht: Getreide
Anbau nur alle 3–4 Jahre, da Nematodengefahr beim aufeinanderfolgenden Anbau von Raps, Rüben und Rübennematoden
- **Winterraps:** als Gründung geeignet bei den Vorfrüchten Gerste und Winterroggen, da diese sehr frühe Erntetermine haben
- **Sonnenblumen:** gute Vorfrucht
in der Fruchtfolge nur alle vier Jahre, ansonsten Gefahr der Weißfäule
- **Körnerleguminosen:** gute Vorfrucht (N-bindend) für anspruchsvolle Kulturpflanzen
in Fruchtfolge: Ackerbohnen (alle 4 Jahre), Erbsen (alle 5 Jahre)
Grund: bodenbürtige Schädlinge und Krankheitserreger
- **Zuckerrüben/Futterrüben:** Vorfrucht: Kartoffeln (tiefe Auflockerung) meist jedoch Getreide
in der Fruchtfolge: alle 4 Jahre, Gefahr der Rübennematoden (wie auch Raps, Spinat)
(Feindpflanzen der Nematoden: Mais, Ölrettich, Luzerne, Roggen)
- **Kartoffeln:** als Vorfrucht gut geeignet (Lockerung des Bodens, unkrautfrei aufgrund intensiver Bearbeitung)
- **Futterpflanzen** (verschiedene Kleearten, Leguminosen): „Gesundungsfrüchte“
Verbesserung der Bodenstruktur, N-Bindung, Nährstoffaufschluss
gut geeignet als Vorfrucht von Getreide, Anbau alle 4 Jahre
- **Luzerne:** alle 6 Jahre, Feindpflanze der Nematoden ansonsten wie andere Leguminosen

Beispiele Fruchtfolge siehe verschiedene Quellen

Definieren Sie den Begriff „Zwischenfrucht“ und nennen Sie Vorteile, die beim Einsatz von Zwischenfrüchten entstehen können.

Zwischenfrucht: = Anbau von Pflanzen zwischen zwei Hauptfrüchten

Möglichkeit

a) Sommerzwischenfrucht: Untersaat oder Stoppelsaat

b) Winterzwischenfrucht: zur Überwinterung, i. d. R. als Stoppelsaat

Vorteile:

- Zusätzliches Viehfutter (eiweißreich, leichtverdaulich), preiswert
- Möglichkeit einer verlängerten Grünfütterung im Herbst bzw. Frühjahr
- Gare fördernd (Schattengare)
- humusfördernd (Durchwurzelung, Einarbeitung der Rückstände)
- erosionshemmend durch Bodenbedeckung
- N-Bindung bei Leguminosen
- nährstoffbindend, z. B. Bindung des wasserlöslichen Nitrats durch Pflanzenwachstum
- Förderung der Bodenlebewesen
- fördert die schnellere Zersetzung von Ernterückständen

3.3 Fragen zum Film „Ökologischer Landbau“ (aid):

Was beinhaltet ein vorbeugender Pflanzenschutz?

- Unkraut-/Schädlingsbekämpfung durch: ausgewogene Fruchtfolge
- standortangepasste Sorten
- mechanische Bodenbearbeitung
- Nützlingsschutz/keine Herbizide
- Pheromonfallen
- Spritzmittel aus Naturprodukten

Wie kann man die Bodenfruchtbarkeit erhalten?

- Bodenbearbeitung (z. B. Verbesserung der Struktur, Aufhebung von Verdichtungen)
- Einarbeitung organischer Dünger und Ernterückstände
- keine synthetischen Dünger
- biologische Bodenaktivität (Mikroorganismen, Insekten) fördern

Was bedeutet flächengebundene Tierhaltung?

- geringer Zukauf von Futtermitteln
- Verfütterung selbsterzeugter Futtermittel
- Anzahl entsprechend der erzeugbaren Futtermenge (Stichwort 1 GV/ha)

Welches sind wichtige Kriterien für die Tierhaltung im ökologischen Landbau?

- ganzjähriger Auslauf (Laufstall)
- Weidegang (mindestens im Sommer)

- ausreichend Stallfläche
- je ein Fress- und Liegeplatz mit Einstreu
- Futtevorlage (Grundfutter) ad libitum
- Enrichment (Scheuerbürsten)
- Anwendung von Naturheilverfahren
- keine Genmanipulationen und kein Embryotransfer

*Gruppe 4: Arbeitsauftrag**So viel wie nötig – so wenig möglich. Biologischer Pflanzenschutz***4. Bearbeiten Sie in Ihrer Gruppe folgende Punkte:****4.1. Der Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel ist im ökologischen Landbau nicht erlaubt.**

- Stellen Sie dar, wie im ökologischen Landbau versucht wird, Schäden durch Schadorganismen und Pflanzenkrankheiten zu vermeiden, und welche Pflanzenschutzmittel zugelassen sind.
- Stellen Sie zwei Maßnahmen vor, die im ökologischen Landbau erlaubt sind: die biologische Schädlingsbekämpfung des Maiszünslers und die des Kartoffelkäfers.
- Erstellen Sie eine Übersicht der Schadorganismen bzw. Krankheiten, die entstehenden Schäden und geeignete kurative bzw. vorbeugende Maßnahmen, die im ökologischen Pflanzenbau möglich sind.

Folgende Schadorganismen sollen hierbei betrachtet werden: „Maiszünsler“, „Rübennekrot“, „Drahtwürmer“ sowie die Pflanzenkrankheiten „Getreidemehltau“ und „Gelbmosaik“.

4.2. Vorbereitung der Betriebsführungen während der Projektwoche

- Entwickeln Sie Fragen, wie das Konzept des Pflanzenschutzes in den besichtigten Betrieben umgesetzt wurde, für die bevorstehenden Betriebsbesichtigungen und arbeiten Sie Ihre Informationen in die Zusammenfassung und Präsentation mit ein.
- Erkundigen Sie sich über Schadorganismen bzw. Krankheiten, die in den Betrieben in den letzten Jahren auftraten, und die ergriffenen Gegenmaßnahmen.

4.3. Biologisch-dynamischer und organisch-biologischer Anbau im Vergleich

- Was bedeuten biologisch-dynamischer Anbau und organisch-biologischer Anbau, und welche Betriebe arbeiten nach dem jeweiligen Prinzip?
- Welche Gemeinsamkeiten und welche Unterschiede haben beide Wirtschaftsweisen? Erstellen Sie eine übersichtliche Tabelle und gehen Sie dabei auf folgende Aspekte ein: Umstellung/-zeitraum, Ökonomie und Vermarktungsmöglichkeiten, Tierhaltung (Tierzahlen pro Hektar, Tiergesundheit), Verwendung von Saatgut, Einsatz von Nährstoffersatz bzw. Düngemittel.

4.4. Erstellen Sie eine informative, übersichtliche und verständliche Zusammenfassung all Ihrer Ergebnisse, die sie am Ende der Projektwoche abgeben, und einen Kurzvortrag von 15 Minuten, den Sie am letzten Tag der Projektwoche präsentieren werden.

Literatur:

- aid infodienst – Ökologischer Landbau Grundlagen und Praxis
- aid infodienst – integrierter Pflanzenschutz
- aid infodienst – Biologische Schädlingsbekämpfung
- Grundstufe Landwirtschaft, BLV Buchverlag München 2007
- Fachstufe Landwirtschaft, BLV Buchverlag München 2007
- Pflanzen vor Schaden bewahren: Pflanzenbau und mechanischer Pflanzenschutz, in: Lehrermagazin lebens.mittel.punkt, Heft 29 (2017), S. 21 ff.
- K. Fischer: Wie viel Öko soll es sein?, in: BW agrar, Heft 24 (2018), S. 5 ff.

Internetquellen:

- „Was ist biologisch-dynamischer Landbau?“, www.biodynamic-research.net/grundlagen (Stand: 25.11.2020)
- „Organisch-biologischer Landbau – Referat“, www.lerntippsammlung.de/Organisch_biologischer-Landbau.html (Stand: 25.11.2020)
- „Organischer und Biologisch-Dynamischer Landbau – die Unterschiede“, www.ebendigeerde.de (Stand: 25.11.2020)
- „Pflanzen vor Schaden bewahren: Pflanzenbau und mechanischer Pflanzenschutz“, www.ima-shop.de/mediafiles/PDF/201-129_imp_2017-02_UB-Pflanzenschutz-1.pdf (Stand: 25.11.2020)
- „Methoden zum Pflanzenschutz. Arbeitsblatt“, www.ima-shop.de/mediafiles/PDF/201-129_imp_2017-02_Extrablatt_Pflanzenschutz.pdf (Stand: 25.11.2020)
- „Wichtige Unterschiede zwischen den Bioland-Richtlinien und der EG-Öko-Verordnung“, www.bioland.de/fileadmin/user_upload/Verband/Dokumente/Richtlinien_fuer_Erzeuger_und_Hersteller/Vergleich-Bioland-EU-Bio.pdf (Stand: 25.11.2020)

*Gruppe 4: Erwartungshorizont**So viel wie nötig – so wenig möglich. Biologischer Pflanzenschutz***4.****4.1 Der Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel ist im ökologischen Landbau nicht erlaubt.**

Stellen Sie dar, wie im ökologischen Landbau versucht wird, Schäden durch Schadorganismen und Pflanzenkrankheiten zu vermeiden, und welche Pflanzenschutzmittel zugelassen sind.

Grundsätze des Pflanzenschutzes:

- Vorbeugendes Handeln, um Pflanzen zu schützen, ist ein Grundsatz des Schutzes.
Dies bedeutet: Förderung der Pflanzengesundheit, Stärkung natürlicher Abwehrkräfte, Förderung von Nützlingen
- keine Vorbehandlung des Saatgutes
- Maßnahmen:
 - geeignete Sortenwahl
 - angepasste Düngung
 - abwechslungsreiche Fruchtfolge
 - Förderung von Nützlingen
 - Bodenbearbeitung (hacken, striegeln, eggen)
 - nicht-chemische Maßnahmen, z. B. Abflammen, Absammeln

zugelassene Pflanzenschutzmittel:

- chemisch-synthetische nur in Ausnahmen, nach Ausschöpfung aller biologischen Maßnahmen (meist im Obst-, Gemüse-, Weinbau)
- Substanzen aus Naturstoffen
- Mikroorganismen (z. B. *Bacillus thuringiensis*)
- von Mikroorganismen produzierte Stoffe (keine GVO-MOs)
- Pheromonfallen
- Mineralöle, Schwefel, Kupfersalze, Eisen-III-phosphate (traditionell ökologische Pflanzenschutzmittel)

Stellen Sie zwei Maßnahmen vor, die im ökologischen Landbau erlaubt sind: die biologische Schädlingsbekämpfung des Maiszünslers und die des Kartoffelkäfers.

(Alle wesentlichen Informationen können den folgenden Quellen entnommen werden: Biologische Schädlingsbekämpfung, in: aid – Infodienst, S. 12 ff. und S. 46 f./50)

Erstellen Sie eine Übersicht der Schadorganismen bzw. Krankheiten, die entstehenden Schäden und geeignete kurative bzw. vorbeugende Maßnahmen, die im ökologischen Pflanzenbau möglich sind.

Folgende Schadorganismen sollen betrachtet werden: „Maiszünsler“, „Rübennematoden“, „Drahtwürmer“ sowie die Pflanzenkrankheiten „Getreidemehltau“ und „Gelbmosaik“.

Alle wesentlichen Informationen können den folgenden Quellen entnommen werden: Fachstufe Landwirtschaft, BLV Buchverlag 2007, S. 112 (Maiszünsler); S. 131 (Rübennematoden), S. 112 (Drahtwürmer); S. 24 ff. (Getreidemehltau; Gelbmosaik)

4.2. Betriebsführung

Hier kann kein Erwartungshorizont erstellt werden.

4.3. Biologisch-dynamischer und organisch-biologischer Anbau im Vergleich

Was bedeuten biologisch-dynamischer Anbau und organisch-biologischer Anbau, und welche Betriebe arbeiten nach dem jeweiligen Prinzip?

Welche Gemeinsamkeiten und welche Unterschiede haben beide Wirtschaftsweisen, erstellen Sie eine übersichtliche Tabelle und gehen Sie dabei auf folgende Aspekte ein: Umstellungszeitraum, Ökonomie und Vermarktungsmöglichkeiten, Tierhaltung (Tierzahlen pro Hektar, Tiergesundheit), Verwendung von Saatgut, Einsatz von Nährstoffersatz bzw. Düngemittel.

Alle wesentlichen Informationen können der folgenden Quelle entnommen werden: K. Fischer: „Wie viel Öko soll es sein?“, in: BW agrar, Heft 24 (2018), S. 5 ff.

Lernzielkontrolle
Zusammenfassender Vergleich der verschiedenen Landbauformen

Durch die Forderung nach ökologisch angepassten Wirtschaftsweisen, durch ein sich änderndes Verbraucherbewusstsein sowie agrarpolitische und ökonomische Zwänge wird Landwirtschaft heute nach verschiedenen Methoden betrieben. Konventioneller chemisch-technischer Landbau wird durch integrierte Verfahren ökologisch angepasst. Dem gegenüber stehen verschiedene Richtungen biologischer Landbausysteme. Es soll von folgender Einteilung ausgegangen werden:

Richtungen:

1. konventioneller Landbau,
2. integrierter Landbau,
3. biologisch-dynamischer Landbau,
4. organisch-biologischer Landbau.

Aufgabe:

- Erstellen Sie eine tabellarisch gegliederte Übersicht anhand der unten vorgegebenen Kriterien und mithilfe der vorgegebenen Kärtchen.

Kriterien

A: Tierhaltung

B: Fruchtfolge, Saat und Pflanzung

C: Nährstoffersatz

D: Bekämpfungssystem: Krankheiten, Schädlinge, Unkräuter, Pflanzenschutz

E: Qualitätskriterien

F: Ökonomie

G: Vermarktung

Verwenden Sie für Ihre Lösung ein DIN A 3-Blatt mit folgender Aufteilung mit folgender Überschrift:

Vergleich verschiedener Landbauformen

Kriterien	Landbauform			
	1	2	3	4
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				

Vergleich verschiedener Landbauformen – Lösungen

Kriterien	Landbauform			
	1 konventioneller Landbau	2 integrierter Landbau	3 biologisch-dynamischer Landbau (z. B. Demeter)	4 biologisch-organischer Landbau (z. B. Bioland)
A Tierhaltung	kein Zwang zur Tierhaltung, Einsatz zugelassener Hilfsmittel	kein Zwang zur Tierhaltung, Einsatz zugelassener Hilfsmittel	Viehhaltung zwingend, Rinderhaltung zur Leguminosenverwertung, Genmanipulation oder Embryotransfer nicht erlaubt, Naturheilverfahren, synthetische Arzneimittel (nur im Notfall), Kompostwirtschaft, spezielle Präparate	unter Umständen viehlos, dann meist Sonderkulturenbau (z. B. Gemüse, Wein), Tierhaltung zur Leguminosenverwertung, Genmanipulation oder Embryotransfer nicht erlaubt, Naturheilverfahren vor synthetischen Arzneimitteln (nur im Notfall)
B Fruchtfolge, Saat, Pflanzung	Betriebswirtschaftliche Gesichtspunkte, Gewinnmaximierung unter Einsatz sarnierender Mittel zum Ausgleich von Fruchtfolgefehlern	Berücksichtigung von Kulturmaßnahmen und Fruchtfolgegestaltung zur Minimierung des Hilfsmittelaufwandes	zentrale Stellung der Fruchtfolge, Beachtung kosmischer Kräfte bei Saat-, Pflanz- und Pflegezeiten	zentrale Stellung der Fruchtfolge, keine Beachtung kosmischer Kräfte
C Nährstoffersatz	Mineraldüngung mit allen zugelassenen Produkten, bei Massentierhaltung sinnvolle Nährstoffbeseitigung nicht immer möglich	Düngung im Rahmen des angestrebten Ertragszieles, Vermeidung von Krankheitsdruck durch hohen Nährstoffeinsatz	vorwiegend Wirtschaftsdünger und Kompost, Gründüngung, organische Handelsdünger beschränkt zugelassen, geringe Mengen Rohphosphat, Urgesteinsmehl, Patentkali zur Kompostierung, CaCO ₃ , Algenkalk, Thomasmehl	vorwiegend Wirtschaftsdünger und Kompost, Gründüngung, organische Handelsdünger beschränkt zugelassen, geringe Mengen Rohphosphat, Urgesteinsmehl, Patentkali zur Kompostierung, CaCO ₃ , Algenkalk
D Bekämpfungssystem: Krankheiten, ..., Pflanzenschutz	alle zugelassenen Verfahren, auch prophylaktisch zur Gewinnmaximierung	Schadschwellenprinzip („so wenig wie möglich, so viel wie nötig“), Förderung von Nützlingen	keine Pflanzenschutzmittel, vielseitige Fruchtfolge, Förderung von Nützlingen, Präparate zur Stärkung der Abwehrkräfte, mechanisch-thermische Unkrautbekämpfung, Mittel auf pflanzlicher Basis, Cu- und S-Präparate gegen Pilze	keine Pflanzenschutzmittel, vielseitige Fruchtfolge, Förderung von Nützlingen, Präparate zur Stärkung der Abwehrkräfte, mechanisch-thermische Unkrautbekämpfung, Mittel auf pflanzlicher Basis, Cu- und S-Präparate gegen Pilze

E Qualitätskriterien, Rückstände, Umweltbelastungen	Handelsklassen, analytisch erfassbare Inhaltsstoffe, zugelassene Höchstmengen von Pflanzenschutzmitteln	Handelsklassen, analytisch erfassbare Inhaltsstoffe, zugelassene Höchstmengen, umweltschonende Aspekte der Erzeugung kaum Rückstände von Pflanzenschutzmitteln	keine Rückstände von Pflanzenschutzmitteln, ideelle Werte in der Produktion	Handelsklassen, analytisch erfassbare Inhaltsstoffe, zugelassene Höchstmengen, keine Rückstände von Pflanzenschutzmitteln
F Ökonomie	hohe Erträge, geringe Erlöse, hoher Betriebsmittelaufwand, wenig Arbeitskräfte	hohe Erträge, geringe Erlöse, hoher Betriebsmittelaufwand, wenig Arbeitskräfte	geringere Erträge, gute Erlöse, geringerer Betriebsmittelaufwand, viele Arbeitskräfte	geringere Erträge, gute Erlöse, geringerer Betriebsmittelaufwand, viele Arbeitskräfte
G Vermarktung	meist Ablieferung	meist Ablieferung, wenig Direktvermarktung	meist Direktvermarktung	meist Direktvermarktung



Zentrum für Schulqualität
und Lehrerbildung
Baden-Württemberg