

Beschlüsse der Kultusministerkonferenz

Einheitliche Prüfungsanforderungen  
in der Abiturprüfung

Agrartechnik mit Biologie

Die Länder werden gebeten, die neu gefassten Einheitlichen Prüfungsanforderungen für das Fach Agrartechnik mit Biologie spätestens zur Abiturprüfung im Jahr 2010 umzusetzen.



# Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Agrartechnik mit Biologie

(Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i.d.F. vom 16.11.2006)

Inhaltsverzeichnis	Seite:
Fachpräambel .....	5
I. Festlegungen für die Gestaltung der Abiturprüfung .....	6
1 Fachliche Inhalte und Kompetenzen .....	6
1.1 Fachliche Kompetenzen .....	6
1.1.1 Methodische Kompetenzen .....	6
1.1.2 Kommunikative Kompetenzen .....	7
1.2 Fachliche Inhalte .....	7
1.2.1 Themenbereiche .....	7
1.2.2 Anwendungskonzepte .....	8
2 Anforderungsbereiche .....	9
2.1 Allgemeine Hinweise .....	9
2.2 Fachspezifische Beschreibung der Anforderungsbereiche .....	9
2.2.1 Anforderungsbereich I .....	9
2.2.2 Anforderungsbereich II .....	10
2.2.3 Anforderungsbereich III .....	11
3 Schriftliche Prüfung .....	12
3.1 Allgemeine Hinweise .....	12
3.2 Aufgabenarten .....	12
3.3 Hinweise zum Erstellen einer Prüfungsaufgabe .....	13
3.4 Beschreibung der erwarteten Prüfungsleistungen .....	13
3.5 Bewertung von Prüfungsleistungen .....	14
4 Mündliche Prüfung .....	15
4.1 Besonderheiten und Aufgabenstellung .....	15
4.2 Kriterien für die Bewertung .....	15
5 Präsentationsprüfung und besondere Lernleistung .....	15
5.1 Besonderheiten .....	16
5.2 Bewertung .....	16
5.3 Beispiele für Themenbereiche .....	16
II. Aufgabenbeispiele .....	17
1 Aufgabenbeispiel für die schriftliche Prüfung .....	17
1.1 Tierzüchtung und Molekulargenetik .....	17
1.2 Das mikrobielle Ökosystem des Pansens .....	19
1.3 Mais – Anbau und Nutzung in der Tierfütterung .....	23
2 Aufgabenbeispiele für die mündliche Prüfung .....	31
2.1 Stickstoffdüngung .....	31
2.2 Kohlenhydrataufbau in Nutzpflanzen .....	34
2.3 Stoffwechsel bei Wiederkäuern .....	36
III. Anhang .....	38
1 Checkliste zur formalen Überprüfung von Prüfungsaufgaben .....	38



## Fachpräambel

Im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld sollen Verständnis für den Vorgang der Abstraktion, die Fähigkeit zu logischem Schließen, Sicherheit in einfachen Kalkülen, Einsicht in die Mathematisierung von Sachverhalten, in die Besonderheiten naturwissenschaftlicher Methoden, in die Entwicklung von Modellvorstellungen und deren Anwendung auf die belebte und unbelebte Natur und in die Funktion naturwissenschaftlicher Theorien vermittelt werden.

Im Fach Agrartechnik mit Biologie erwerben Schülerinnen und Schüler grundlegende Einsichten in Phänomene des Lebens. Dabei stehen Anwendungsbezüge und Nutzungsmöglichkeiten durch den Menschen im Vordergrund. Die Beschäftigung mit agrarwissenschaftlichen Inhalten bietet dabei in besonderem Maße die Möglichkeit, Entscheidungen in Produktionszusammenhängen auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse zu treffen. Die Schülerinnen und Schüler können Maßnahmen der Praxis auf molekulare Begründungen zurückführen. Die Spannweite reicht dabei von molekularen Vorgängen bis zu komplexen Verfahren und Anwendungen in der Landwirtschaft. Bei der hohen gesellschaftlichen Relevanz und der wirtschaftlichen und ökologischen Bedeutung der agrarwissenschaftlichen Bereiche, ist das Fach Agrartechnik mit Biologie einerseits Bindeglied zu Natur-, Sozial und Geisteswissenschaften, aber auch zu technischen Anwendungen. Die ungebrochene Bedeutung der Nahrungssicherung für die wachsende Weltbevölkerung führt zur Thematisierung globaler Lösungsansätze. Der hohe Stellenwert moderner Verfahren der Molekulargenetik und der Gentechnik in den Agrarwissenschaften involviert ethische Auseinandersetzungen im direkten sozialen Zusammenhang sowie im globalen Kontext. Agrarpolitische Aspekte und die Kenntnis der entsprechenden Strukturen sowie der damit zusammenhängenden Probleme der landwirtschaftlichen Produktion, ermöglichen eine breite Diskussion über die Auswirkung menschlichen Handelns im Umgang mit natürlichen Ressourcen und dem Prinzip der Nachhaltigkeit.

Die rasante Entwicklung biochemischer, molekulargenetischer und informationstechnologischer Methoden und Erkenntnisse erfordert, aufbauend auf einer fundierten Basis, exemplarische Einblicke und Vertiefungen in Teilgebiete. Dabei wird auf Kenntnisse aus Physik, Chemie und Mathematik unter wirtschaftlichen Aspekten zurückgegriffen. Vor diesem Hintergrund sind Unterrichtsinhalte aus den Bereichen der pflanzlichen und tierischen Produktion und der Agrarökologie nicht in erster Linie Instrumente zum Erwerb von agrarwissenschaftlichen Fachkenntnissen und Fakten, sondern Werkzeuge zum Erproben von Lösungsansätzen und somit Schlüssel zur Erlangung einer allgemeinen Handlungskompetenz und Studierfähigkeit.

Zur Sicherung eines einheitlichen und angemessenen Anforderungsniveaus in den Prüfungsaufgaben enthalten die Einheitlichen Prüfungsanforderungen für das Fach Agrartechnik mit Biologie

- eine Beschreibung der Prüfungsgegenstände, d.h. der nachzuweisenden Kompetenzen sowie der fachlichen Inhalte, an denen diese Kompetenzen eingefordert werden sollen,
- Kriterien, mit deren Hilfe überprüft werden kann, ob eine Prüfungsaufgabe das anzustrebende Anspruchsniveau erreicht,
- Hinweise und Aufgabenbeispiele für die Gestaltung der schriftlichen und mündlichen Prüfung.

Das Fach Agrartechnik mit Biologie ist am Fachgymnasium / an beruflichen Gymnasien der Fachrichtung Agrarwirtschaft fachrichtungsbezogenes Prüfungsfach. Da es nur als Unterricht mit erhöhtem Anforderungsniveau unterrichtet wird, entfällt eine Unterteilung nach Niveaustufen.

## **I. Festlegungen für die Gestaltung der Abiturprüfung**

### **1 Fachliche Inhalte und Kompetenzen**

Im Fach Agrartechnik mit Biologie wird ein fundiertes biologisches Wissen vermittelt, das seine Bedeutung und Anwendung stets in agrarwissenschaftlichen und ökologischen Zusammenhängen findet. Die erworbenen Fertigkeiten und Fähigkeiten bilden auch eine hervorragende Basis für ein naturwissenschaftliches Studium sowie eine Berufsausbildung im landwirtschaftlichen bzw. gärtnerischen Bereich. Neben der Entwicklung von speziellen biologisch-agrarwissenschaftlichen Fachkenntnissen werden im Unterricht Qualifikationen und Kompetenzen (Sozial-, Methoden-, Personalkompetenz) vermittelt, die allgemein für das Arbeiten auf naturwissenschaftlichem Gebiet und für den Austausch und das Darstellen von Informationen von Bedeutung sind und somit darauf abzielen, den Schüler zu einem handlungskompetenten Mitglied unserer Gesellschaft zu erziehen. Fachliche Inhalte sowie die Herausbildung einer Handlungskompetenz sind für den Unterricht in Agrartechnik mit Biologie verbindlich und werden je nach Schwerpunkt und Organisation der Prüfung (z.B. mit oder ohne Experiment) bedingt, sowohl schriftlich als auch mündlich in den entsprechenden Prüfungen festgestellt und bewertet. Grundsätzlich werden biologische Phänomene in einem agrarwissenschaftlichen Zusammenhang vermittelt, angewandt und in den abschließenden Prüfungen durch den Prüfling dargestellt und vom Prüfungsausschuss bewertet.

#### *1.1 Fachliche Kompetenzen*

Unter fachlichen Kompetenzen sollen an dieser Stelle Fähigkeiten und Fertigkeiten zusammengefasst werden, die insbesondere für den Erwerb und die Darstellung von naturwissenschaftlichen Kenntnissen und speziell agrarbiologischem Fachwissen von Bedeutung sind. Eine herausragende Position nehmen hier vor allem Kompetenzen ein, die einen eigenverantwortlichen Wissenserwerb ermöglichen. In der Agrartechnik mit Biologie-Prüfung muss der Prüfling also beweisen, dass er verschiedene naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden beherrscht und sein Fachwissen sowohl schriftlich als auch mündlich darstellen kann.

##### *1.1.1 Methodische Kompetenzen*

Die Prüflinge beherrschen Methoden, die es ihnen ermöglichen selbständig biologische Phänomene zu erkennen, zu beschreiben und zu erklären sowie diese auf praktische Zusammenhänge in der Agrarwirtschaft zu übertragen. Gleichzeitig sind sie in der Lage, Produktionsschritte des Pflanzenbaus und der Tierhaltung sowie Zusammenhänge der Ökologie mit biologischem Fachwissen zu begründen. Grundlegend müssen die Prüflinge dafür folgende Qualifikationen aufweisen:

- Experimente planen, durchführen, protokollieren und auswerten,
- beispielhaftes Wissen in Definitionen bzw. in Gesetzmäßigkeiten zusammenfassen bzw. diese auf die landwirtschaftliche Produktion beziehen,
- biologische Modelle kritisch bewerten, selbständig entwickeln bzw. auf landwirtschaftliche Prozesse übertragen,
- Diagramme, Zeichnungen, Tabellen lesen und selbständig anfertigen,
- landwirtschaftliche Phänomene beobachten, beschreiben und biologisch begründen,
- biologische Kenntnisse und landwirtschaftliche Produktionsabläufe analysieren, systematisieren und verknüpfen,
- selbständig Probleme erkennen und Lösungswege wissenschaftlich begründet entwickeln.

Voraussetzung dafür ist, dass die Prüflinge traditionelle und moderne Informationsquellen selbständig auswählen und nutzen, indem sie beispielsweise Texte zielgerichtet analysieren und auswerten. Im Vordergrund muss stets die Übertragung und Anwendung von biologischem Fachwissen auf landwirtschaftliche Produktionsabläufe stehen sowie eine kritische Reflexion über die Bedeutung dieses Fachwissens für die Umwelt und ebenfalls für den Menschen als Bestandteil der Biosphäre.

### 1.1.2 Kommunikative Kompetenzen

Die Prüflinge können ihre Kenntnisse aus der Agrartechnik mit Biologie logisch und unter Verwendung von agrarwissenschaftlichen und biologischen Fachbegriffen sowohl in der schriftlichen als auch in der mündlichen Prüfung mit Hilfe entsprechender Präsentationshilfen darstellen und diskutieren. Dabei sind sie in der Lage, komplexe Aufgabenstellungen zu verstehen und diese auf das Wesentliche zu reduzieren. In ihren Antworten geben sie verständliche Erklärungen und wissenschaftlich begründete Bewertungen.

## 1.2 Fachliche Inhalte

Die agrarbiologischen Unterrichtsinhalte bilden die Grundlage für die Abiturprüfung. Sie liefern Begründungszusammenhänge für die Beurteilung der produktionstechnischen Maßnahmen in der Landwirtschaft und sind dadurch unmittelbar und funktional mit der Produktionstechnik verknüpft, eine Sichtweise, die sich in den Bildungsplänen der Länder widerspiegelt. Prüfungsinhalte sind somit immer zielgerichtet im Hinblick auf die Anwendungskonzepte zu betrachten, denen sie zuzuordnen sind. Hieraus resultiert die nachfolgende Gliederung in Themenbereiche und Anwendungskonzepte.

### 1.2.1 Themenbereiche

Die folgende Darstellung beinhaltet die in den Agrarwissenschaften übliche Trennung nach pflanzlicher und tierischer Produktion, zusätzlich den Themenbereich Agrarökologie und Nachhaltige Produktion. Die Darstellung weist beispielhaft Inhalte aus wie sie in den Bildungsplänen der Länder vertreten sind.

#### A. Pflanzliche Produktion

Nutzbarmachen autotropher Organismen als Prinzip zur Nahrungssicherung.

- Energiebindung: autotrophe Assimilation, Steuerung von Keimung und Entwicklung von Pflanzen → Nutzung von Fotosynthespezialisten, Beeinflussung der Ertragslage, Pflanzenschutz, Bestandsführung.
- N-Stoffwechsel: Molekulare Zusammenhänge bei der N-Assimilation, Boden als Pflanzenstandort → Pflanzenernährung und Düngung, Festlegung optimaler Produktionsintensität.

Klassische und molekulare Genetik: zytologische Grundlagen der Mendel-Genetik, Meiose, Mutationen, molekulare Prozesse bei der Weitergabe von genetischer Information, grundlegende gentechnische Arbeitsmethoden, Methoden des Gentransfers → Pflanzenzüchtung, Erstellung und Nutzung transgener Pflanzen, biotechnologische Schaderregerbekämpfung

#### B. Tierische Produktion

Wechselwirkungen zwischen Stoffwechselprozessen und der Leistung von Nutztieren als Ergebnis der Optimierung ernährungsphysiologischer Zusammenhänge und tierzüchterischer Prozesse.

- Verdauungssysteme: Enzymatische Verdauung und Polygastriverdauung, mikrobieller Abbau, in vitro – Verdauung → Tierernährung, Futterbewertung, Verdaulichkeit, Fütterung.
- Energiefreisetzung: biochemische Stoffwechselprozesse, Dissimilation, Gärungen, Intermediärstoffwechsel → Qualität tierischer Produkte.

- Reproduktionsbiologie: Regelung von Sexualfunktionen, Zyklussteuerung, Brunstsynchronisation → Tiergesundheit, Fruchtbarkeit, Künstliche Besamung, Embryotransfer, Klonung.
  - Populationsgenetik und Evolution: Hardy-Weinberg-Gesetz, Populationsdynamik, Evolutionstheorie, → Artbildung, Zuchtverfahren.
  - Quantitative Genetik und Tierzucht: Populationsgenetik, additive Polygenie, biometrische Parameter, Heritabilität, Zuchtwertschätzung, Selektion → Selektionsverfahren, Zuchtverfahren, Heterosiszucht, Optimierung des Zuchtfortschritts.
- C. Agrarökologie und Nachhaltige Produktion  
Eingriffe in Ökosysteme begleiten die Entwicklung vom natürlichen Ökosystem zum Produktionsstandort landwirtschaftlicher Güter. Diese sind durch das Verhältnis von Mensch und Natur geprägt.
- Wechselwirkungen und Strukturen: Trophische Beziehungen, Stoffkreisläufe, Nützlingleinsatz, Fruchtfolge → Pflanzenschutz, Bewirtschaftungsintensität, Produktionsverfahren, Landschaftspflege.
  - Anthropogene Einflüsse: Überdüngung, Methanemission, Pestizide → Klimarelevante Spurengase, Arten- und Biotopgefährdung.
  - Ressourcenschonung: Betriebskreisläufe, Wirtschaftsdüngereinsatz, extensive Wirtschaftsweise → Ökologische Landwirtschaft.

### 1.2.2 Anwendungskonzepte

Die komplexe Vielfalt und gegenseitige Bedingtheit agrarbiologischer Grundlagen und Sichtweisen erschließt sich an Hand von Fallbeispielen und exemplarischer Bearbeitung. Im Mittelpunkt steht keine breite Sach- und Fachkenntnis, sondern vielmehr der Erwerb und Nachweis von Problemlösefähigkeiten, die jedoch partielle Detailkenntnisse erforderlich machen.

- Struktur und Funktion

Der Zusammenhang von Struktur und Funktion wird im agrarwissenschaftlichen Kontext durch den Anwendungsbezug ergänzt. So reicht es beispielsweise nicht aus, Struktur und Funktion von Biomolekülen nur im Zusammenhang mit dem Stoffwechsel zu betrachten. Sie bekommen darüber hinaus Bedeutung bei der Betrachtung von agrarwirtschaftlichen Produktionsabläufen.

- Stoff- und Energieumwandlung

Die Bindung der Lebewesen an Stoff- und Energieumwandlung wird durch die Ebene der Nutzung in ihrer Vielfältigkeit ergänzt. So sind über das Verständnis der biologischen Prozesse wie Photosynthese oder von Stoffkreisläufen hinaus, Pfade der Umsetzung in agrarwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen

- Reproduktion und Steuerung

Ausgehend von der strukturellen Grundlage der DNA sind die Ebenen der Reproduktion und Steuerung zu erschließen. Nicht nur die zellulären Prozesse und die übergeordneten Steuerungsabläufe sondern vor allem Maßnahmen der Züchtung, die vielschichtige Anwendungsvielfalt bei Pflanze und Tier nachvollziehbar und begreifbar machen.



## 2 Anforderungsbereiche

### 2.1 Allgemeine Hinweise

Die Abiturprüfung soll das Leistungsvermögen der Prüflinge möglichst differenziert erfassen. Deshalb werden, um Einseitigkeit in der Art der Anforderungen zu vermeiden und die Durchschaubarkeit und Vergleichbarkeit der Prüfungsaufgaben und die Bewertung der Prüfungsleistungen zu objektivieren, drei Anforderungsbereiche unterschieden.

Die Unterschiede in den Anforderungsbereichen liegen vor allem im Grad der Selbständigkeit bei der Lösung der Aufgaben sowie im Grad der Komplexität der intellektuellen Ansprüche und stellen somit eine Abstufung in Bezug auf den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben dar.

Dabei entspricht

- Anforderungsbereich I der Reproduktion
- Anforderungsbereich II der Reorganisation und dem Transfer
- Anforderungsbereich III dem problemlösenden Arbeiten

Offenere Fragestellungen führen in der Regel über formales Anwenden von Begriffen und Verfahren hinaus und damit zu einer Zuordnung zu den Anforderungsbereichen II oder III. Die tatsächliche Zuordnung der Teilleistungen hängt davon ab, ob die jeweils zu lösende Problematik eine selbständige Auswahl unter Bearbeitungsansätzen in einem durch Übung bekannten Zusammenhang erfordert oder ob kreatives Erarbeiten, Anwenden und Bewerten in komplexeren und neuartigen Zusammenhängen erwartet wird.

### 2.2 Fachspezifische Beschreibung der Anforderungsbereiche

#### 2.2.1 Anforderungsbereich I

Der Anforderungsbereich I umfasst:

- die Wiedergabe von Sachverhalten wie z. B. Daten, Fakten, Regeln, Formeln, Aussagen aus einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang,
- die Beschreibung und Verwendung gelernter und geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang

Dazu gehören unter anderem

- die Reproduktion von Basiswissen (Daten, Fakten, Vorgänge, Begriffe, Formulierungen, Ergebnisse, Argumente, Theorien, Aussagen),
- die sachgerechte Darstellung (Daten, Tabellen, Diagrammen, Abbildungen) mit Hilfe der Fachsprache,
- die Anwendung bekannter Methoden und Modellvorstellungen in vergleichbaren Beispielen,
- die Erarbeitung von Informationen aus unterschiedlichen Quellen und die Nutzung dieser Informationen,
- das Experimentieren nach Anleitung,
- die Beschreibung und Protokollierung von Experimenten,
- die sachgerechte Anwendung bekannter Hilfsmittel (Taschenrechner, Software, Bücher).

Dem Anforderungsbereich I entsprechen u.a. folgende Operatoren: Nennen/Angeben, Wiedergeben, Protokollieren, Beschreiben, Berechnen

Nennen/Angeben, Wiedergeben	Kenntnisse (Fachbegriffe, Daten, Fakten, Modelle) und Aussagen in komprimierter Form unkommentiert darstellen
Protokollieren	Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten detailgenau zeichnerisch einwandfrei bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben
Beschreiben	Wesentliche Aspekte eines Sachverhalts in logischem Zusammenhang unter Verwendung der Fachsprache wiedergeben
Berechnen	Aufgaben an Hand vorgegebener Daten und Sachverhalte mit bekannten Operationen lösen

### 2.2.2 Anforderungsbereich II

Der Anforderungsbereich II umfasst:

- selbständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Kriterien in einem durch Übung bekannten Zusammenhang,
- selbständiges Übertragen des Erlernten auf vergleichbare neuartige Fragestellungen, veränderte Sachzusammenhänge und/oder abgewandelte Verfahrensweisen.

Dazu gehören unter anderem

- die Anwendung des Basiswissens in neuartigen Zusammenhängen,
- die sachgerechte, eigenständig strukturierte, aufgabenbezogene Darstellung komplexer fachspezifischer Abläufe,
- die Beschaffung, Auswahl, Strukturierung und Auswertung von Informationen zu einer überschaubaren Problemstellung in einer im Unterricht vorbereiteten Vorgehensweise,
- die Beurteilung und Bewertung von unterschiedlichen allgemeinen und/oder fachspezifischen Methoden und Verfahren,
- das strukturierte Aufstellen von Zeitplänen für die Durchführung von Studien, Experimenten und Projekten,
- die Reflexion der eigenen Ergebnisse beim selbstorganisierten Lernen,
- die Präsentation von Arbeitsergebnissen in adäquater Form,
- der lösungsorientierte Einsatz von Hilfsmitteln (z.B. selbst entwickelte Programme).

Dem Anforderungsbereich II entsprechen unter anderem folgende Operatoren: Erklären, Erläutern, Analysieren, Auswerten, Vergleichen, Zusammenfassen, Diskutieren, Anwenden/Übertragen, Ableiten, Darstellen

Erklären, erläutern	Sachverhalte durch Wissen und Einsichten in einen Zusammenhang (Theorie, Modell, Regel, Gesetz, Funktionszusammenhang) einordnen und deuten; gegebenenfalls durch zusätzliche Informationen und Beispiele verdeutlichen
Analysieren	Naturwissenschaftliche Sachverhalte aus Materialien kriterien- bzw. aspektorientiert beschreiben und erklären
Auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen
Vergleichen	Sachverhalte gegenüber stellen, um Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede herauszuarbeiten
Zusammenfassen	Das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen
Diskutieren	Argumente und Beispiele zu einer Aussage oder These einander gegenüber stellen und abwägen
Anwenden/Übertragen	Einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen
Ableiten	Auf der Grundlage wesentlicher Merkmale sachgerechte Schlüsse ziehen
Darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden etc. strukturiert und gegebenenfalls fachsprachlich wiedergeben

### 2.2.3 Anforderungsbereich III

Der Anforderungsbereich III umfasst:

- planmäßiges und kreatives Bearbeiten vielschichtiger Problemstellungen mit dem Ziel, selbständig zu Lösungen, Deutungen, Wertungen und Folgerungen zu gelangen,
- bewusstes und selbständiges Auswählen und Anpassen geeigneter erlernter Methoden und Verfahren auf neue Situationen.

Dazu gehören unter anderem

- die Organisation von Handlungsstrategien zur Lösung konkreter Problemstellungen,
- die selbständige, zusammenhängende Verarbeitung verschiedener Quellen für die Lösung eigenständig entwickelter Fragestellungen,
- die Entwicklung komplexer gedanklicher Modelle bzw. die Modifizierung bestehender Modellvorstellungen,
- das Auffinden von Lösungsansätzen für Probleme, bei denen fächerübergreifende Kenntnisse aus den verschiedensten Disziplinen verbunden werden müssen,
- die Beurteilung und Bewertung eigener Modelle, Theorien und Hypothesen,

- der wertende Vergleich unterschiedlicher wissenschaftlicher Positionen, Fragestellungen und Argumente,
- ein planvolles, begründetes Nutzen und Bewerten von selbst recherchierten und/oder zur Verfügung gestellten Informationen bezogen auf die zu bearbeitende Fragestellung.

Dem Anforderungsbereich III entsprechen unter anderem folgende Operatoren: Begründen, Beurteilen, Bewerten, Hypothesen entwickeln, Interpretieren/Deuten, Stellung nehmen

Begründen	Sachverhalte auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Beziehungen von Ursache und Wirkung zurückführen
Beurteilen	Den Stellenwert von Sachverhalten und Prozessen in einem Zusammenhang bestimmen, um theorie- und kriterienorientiert zu einem begründeten Urteil zu gelangen
Bewerten	Einen Sachverhalt an erkennbaren Wertkategorien oder an bekannten Beurteilungskriterien messen
Hypothesen entwickeln	Begründete Vermutungen auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren
Interpretieren/Deuten	Fachspezifische Zusammenhänge im Hinblick auf eine gegebene Fragestellung begründet darstellen
Stellung nehmen	Zu einem Gegenstand, der an sich nicht eindeutig ist, nach kritischer Prüfung und sorgfältiger Abwägung ein begründetes Urteil abgeben

### 3 Schriftliche Prüfung

#### 3.1 Allgemeine Hinweise

Die Prüfung darf sich nicht auf die Inhalte nur eines Schulhalbjahres beschränken (vgl. Vereinbarung über die Abiturprüfung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 13.12.1973 i.d.F. vom 16.06.2000), § 5 Abs.4).

Die Prüfung setzt sich in der Regel aus mehreren Aufgabenkomplexen zusammen. Dabei sollten die einzelnen Aufgaben eines Aufgabenkomplexes in einem einheitlichen thematischen Zusammenhang stehen. Die Aufgabenstellung soll eine vielschichtige Auseinandersetzung mit vernetzten Problemen zulassen.

Die Aufgaben können in begrenztem Umfang in Teilaufgaben gegliedert sein. Diese sollen so unabhängig voneinander sein, dass eine Fehlleistung – insbesondere am Anfang - die weitere Bearbeitung der Aufgabe nicht unmöglich macht.

Die Prüfungsaufgaben müssen sich auf mindestens zwei der in Abschnitt 1.2 beschriebenen Themenbereiche beziehen.

#### 3.2 Aufgabenarten

Für die Prüfung im Fach Agrartechnik mit Biologie sind vor allem Aufgaben geeignet, bei denen fachspezifische Texte, Untersuchungsergebnisse, Tabellen oder Grafiken vorgelegt werden.

Dabei geht es um die

- Darstellung, Erläuterung und sachgerechte Anwendung von agrarwissenschaftlichen und biologischen Begriffen und Verfahren
- Untersuchung und Auswertung vorgegebener agrarwissenschaftlicher Sachverhalte
- Interpretation, den Vergleich und die Bewertung von Daten, Ergebnissen und Verfahren
- sachgerechte Verwendung von Hilfsmitteln.

### 3.3 Hinweise zum Erstellen einer Prüfungsaufgabe

Die Prüfungsaufgabe für die schriftliche Abiturprüfung soll sowohl fachliche und methodische Kompetenzen als auch fachliche Inhalte in möglichst großer Breite überprüfen.

Eine Prüfungsaufgabe muss sich auf alle drei in Abschnitt 2.2 beschriebenen Anforderungsbereiche erstrecken, so dass eine Beurteilung ermöglicht wird, die das gesamte Notenspektrum umfasst. Die Prüfungsaufgabe erreicht dann ein angemessenes Niveau, wenn das Schwergewicht der zu erbringenden Prüfungsleistungen im Anforderungsbereich II (ca. 40%) liegt und daneben die Anforderungsbereiche I und III mit je ca. 30 % berücksichtigt werden.

Entsprechende Anteile der Anforderungsbereiche können insbesondere durch geeignete Wahl der nachzuweisenden fachlichen und methodischen Kompetenzen, durch die Struktur der Prüfungsaufgabe sowie durch entsprechende Formulierung des Textes erreicht werden (vgl. 2.1). Diese Wahl sollte so erfolgen, dass eine prüfungsdidaktisch sinnvolle, selbstständige Leistung gefordert wird, ohne dass der Zusammenhang zur bisherigen Unterrichts- und Klausurpraxis verloren geht.

Das Erstellen einer Prüfungsaufgabe einschließlich des Abschätzens ihrer Angemessenheit lässt sich in folgender Weise vornehmen:

- Nach Auswahl der Themenbereiche und der darin möglichen Fragestellungen werden die Aufgaben bzw. Teilaufgaben unter Berücksichtigung der in 3.1 beschriebenen Bedingungen formuliert.
- Zu jeder Teilaufgabe werden in Stichworten die erwarteten Lösungsschritte beschrieben (siehe 3.4 und Teil II, 1).
- Aufgrund des vorangegangenen im Rahmen der geltenden Bestimmungen erteilten Unterrichts werden die erwarteten Lösungsschritte nach pädagogischem Ermessen den Anforderungsbereichen I bis III zugeordnet.
- Zum Abschätzen des Anteils der einzelnen Anforderungsbereiche ist zu beachten, dass die erwarteten Lösungsschritte jeweils Teilleistungen darstellen, die im Rahmen der gesamten Prüfungsaufgabe von unterschiedlicher Bedeutung sein können. Deshalb kann es hilfreich sein, den Anteil dieser einzelnen zu erbringenden Teilleistungen an der erwarteten Gesamtleistung zu kennzeichnen. Diese Kennzeichnung berücksichtigt vorwiegend die zur Lösung erforderlichen gedanklichen Einzelschritte und die für die Bearbeitung und Darstellung geschätzte Zeit; sie beruht vornehmlich auf der pädagogischen Erfahrung.

### 3.4 Beschreibung der erwarteten Prüfungsleistungen

„Den Aufgaben der schriftlichen Prüfung werden von der Aufgabenstellerin bzw. dem Aufgabensteller eine Beschreibung der von den Schülerinnen und Schülern erwarteten Leistungen einschließlich der Angabe von Bewertungskriterien beigegeben. Dabei sind von der Schulaufsichtsbehörde gegebene Hinweise für die

Bewertung zu beachten und auf die gestellten Aufgaben anzuwenden.“ (§ 5 Absatz 3 der „Vereinbarung über die Abiturprüfung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 13.12.1973 i.d.F. vom 16.06.2000)).

Die erwarteten Prüfungsleistungen sind stichwortartig darzustellen. Werden Prüfungsaufgaben nicht zentral gestellt, so ist der vorangegangene Unterricht, aus dem die vorgeschlagene Prüfungsaufgabe erwachsen ist, so weit kurz zu erläutern, wie dies zum Verständnis der Aufgabe notwendig ist. Damit soll zugleich der Bezug zu den Anforderungsbereichen einsichtig gemacht werden.

Zugelassene Hilfsmittel sind anzugeben. Beim Einsatz der Hilfsmittel muss der Grundsatz der Gleichbehandlung gewahrt bleiben.

### 3.5 *Bewertung von Prüfungsleistungen*

Nach § 6 Absatz 5 der „Vereinbarung über die Abiturprüfung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 13.12.1973 i.d.F. vom 16.06.2000) soll aus der Korrektur und Beurteilung der schriftlichen Arbeit (Gutachten) hervorgehen, „welcher Wert den von der Schülerin bzw. dem Schüler vorgebrachten Lösungen, Untersuchungsergebnissen oder Argumenten beigemessen wird und wie weit die Schülerin bzw. der Schüler die Lösung der gestellten Aufgaben durch gelungene Beiträge gefördert oder durch sachliche oder logische Fehler beeinträchtigt hat. Die zusammenfassende Beurteilung schließt mit einer Bewertung gemäß Ziffer 9.1 und 9.2 der Vereinbarung vom 07.07.1972 i.d.F. vom 16.06.2000 (Anm.: jetzt 02.06.2006).“

Das Beurteilen der von den Prüflingen erbrachten Prüfungsleistung erfolgt unter Bezug auf die beschriebene erwartete Gesamtleistung. Den Beurteilenden steht dabei ein Beurteilungsspielraum zur Verfügung.

Liefern Prüflinge zu einer gestellten Aufgabe oder Teilaufgabe Lösungen, die in der Beschreibung der erwarteten Prüfungsleistungen nicht erfasst waren, so sind die erbrachten Leistungen angemessen zu berücksichtigen. Dabei kann der vorgesehene Bewertungsrahmen für die Teilaufgabe nicht überschritten werden.

Darüber hinaus sind schwerwiegende und gehäufte Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit in der Muttersprache (Unterrichtssprache) oder gegen die äußere Form gemäß § 6 Abs. 5 der „Vereinbarung über die Abiturprüfung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 13. 12. 1973 i.d.F. vom 16.06.2000) zu bewerten.

Da jede Prüfung in mehrere voneinander unabhängige Aufgaben gegliedert ist, ist es notwendig, für diese Teilaufgaben den jeweiligen Anteil an der erwarteten Gesamtleistung anzugeben.

Die Festlegung der Schwelle zur Note „ausreichend“ (05 Punkte) und die Vergabe der weiteren Noten sind Setzungen, die in besonderem Maße der pädagogischen Erfahrung und Verantwortung der Beurteilenden unterliegen.

Die Note „ausreichend“ (05 Punkte) soll erteilt werden, wenn annähernd die Hälfte (ca. 45 Prozent) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden ist. Dazu reichen Leistungen allein im Anforderungsbereich I nicht aus. Oberhalb und unterhalb dieser Schwelle sollen die Anteile der erwarteten Gesamtleistung den einzelnen Notenstufen jeweils ungefähr linear zugeordnet werden, um zu sichern, dass mit der Bewertung die gesamte Breite der Skala ausgeschöpft werden kann.

Die Note „gut“ (11 Punkte) soll erteilt werden, wenn annähernd vier Fünftel (ca. 75 Prozent) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden ist.

## **4 Mündliche Prüfung**

### *4.1 Besonderheiten und Aufgabenstellung*

Die mündliche Prüfung gliedert sich in zwei Teile, den Prüfungsvortrag und das Prüfungsgespräch.

Für den Prüfungsvortrag wird dem Prüfling eine Aufgabe schriftlich vorgelegt, die er in der Vorbereitungszeit bearbeitet. Die Aufgabenstellung ermöglicht dem Prüfling einen einfachen Einstieg und bietet ihm die Chance, individuelle Lösungsstrategien zu entwickeln. Die Ergebnisse sind im ersten Teil der mündlichen Prüfung zu präsentieren.

Das Prüfungsgespräch schließt an den Prüfungsvortrag an. Es geht über die im ersten Prüfungsteil zu lösende Aufgabe hinaus und hat weitere Themen bzw. größere Zusammenhänge zum Gegenstand. Das Prüfungsgespräch erfordert Überblickswissen sowie Flexibilität und Reaktionsfähigkeit des Prüflings; die Gesprächsführung darf deshalb nicht zu eng auf die Überprüfung von Einzelkenntnissen abzielen, sondern muss dem Prüfling Spielraum für eigene Entwicklungen einräumen.

Die Aufgabenstellung der mündlichen Prüfung darf sich bei einem Prüfling nicht auf die Schwerpunkthalte der schriftlichen Prüfung beziehen; insgesamt darf sich die mündliche Prüfung nicht nur auf die Sachgebiete eines Schulhalbjahres beschränken.

Die mündliche Prüfung ermöglicht dem Prüfling

- Wissen aus verschiedenen Sachgebieten darzustellen,
- verschiedene Anwendungskonzepte zu berücksichtigen (vgl.1.2.2),
- verschiedene Kompetenzen (vgl. 1.1) nachzuweisen.

### *4.2 Kriterien für die Bewertung*

Für die Bewertung der Prüfungsleistungen gelten in der mündlichen Prüfung die gleichen Grundsätze wie in der schriftlichen Prüfung. Es sollen neben den in Abschnitt 1.1 beschriebenen fachlichen, methodischen und kommunikativen Kompetenzen vor allem folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- Umfang und Qualität der nachgewiesenen agrarwissenschaftlichen Kenntnisse,
- Sachgerechte Gliederung und folgerichtiger Aufbau der Darstellung, Beherrschung der Fachsprache, Verständlichkeit der Darlegungen und die Fähigkeit, das Wesentliche herauszustellen,
- Verarbeiten weiterführender Fragestellungen im Verlauf des Prüfungsgesprächs,
- Sicherheit des Reagierens und Grad der Beweglichkeit im Umgang mit unterschiedlichen Themenbereichen und Anwendungskonzepten.

## **5 Präsentationsprüfung und besondere Lernleistung**

„Die Abiturprüfung umfasst vier oder fünf Prüfungsfächer. Verpflichtend sind mindestens drei schriftliche Prüfungsfächer und mindestens ein mündliches Prüfungsfach ....“ (Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II [Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.07.1972 i d. F. vom 02.06.2006], Ziff. 8.2.). Bei fünf Abiturprüfungsfächern können die Länder im Rahmen des fünften Prüfungsfachs neue Prüfungsformen entwickeln, z.B. eine mündliche Präsentationsprüfung; für alle Formen

gelten die Abschnitte 1 bis 4.2 sinngemäß. Im Rahmen der Abiturprüfung kann auch eine besondere Lernleistung eingebracht werden.

### 5.1 *Besonderheiten*

Die Präsentationsprüfung oder besondere Lernleistung zielt auf die Einbeziehung größerer fachlicher Zusammenhänge und fächerübergreifender Aspekte in die Abiturprüfung. Sie ist deshalb vor allem gekennzeichnet durch einen längeren zeitlichen Verlauf und einen besonderen Stellenwert einer vom Prüfling vorbereiteten Präsentation. Die Gewährung eines längeren zeitlichen Vorlaufs kann insbesondere nötig sein bei Aufgaben mit komplexerer Fragestellung oder aufwändigerer Erschließung.

### 5.2 *Bewertung*

Maßgeblich für die Bewertung sind die inhaltliche Bewältigung der Aufgabenstellung, die nachgewiesene Fach- und Methodenkompetenz, die formale Anlage, Klarheit, Vollständigkeit und Angemessenheit der Dokumentation und der Präsentation, die Selbständigkeit und der Einfallsreichtum bei der Ausführung der Arbeitsanteile und Arbeitsschritte, der Grad der Durchdringung und der aufgezeigten Vernetzungen sowie der Souveränität bei der Präsentation bzw. im Kolloquium.

### 5.3 *Beispiele für Themenbereiche*

Die Themenstellung soll durch Reichhaltigkeit der agrarwissenschaftlichen oder fächerübergreifenden Bezüge gekennzeichnet sein. Sie soll dem Prüfling ein hohes Maß an Originalität und Kreativität der Bearbeitung ermöglichen.

Die folgenden Beispiele beschreiben Themenbereiche, aus denen Teilaspekte als Prüfungsthemen besonders geeignet erscheinen:

- Langzeitbeobachtungen und –messungen mit entsprechenden Auswertungen
- Kartierungen
- Optimierungsprozesse und –probleme
- Simulationen.



## II. Aufgabenbeispiele

Bei der Erstellung der Aufgaben muss sichergestellt werden, dass in der Prüfung alle Bedingungen entsprechend den Festlegungen in Teil I, 3.3 bzw. 4.1 berücksichtigt werden.

Durch die ausgewählten Beispiele sollen weder besondere thematische Schwerpunkte gesetzt noch thematische Festlegungen getroffen werden. Vielmehr soll die Vielfalt der Möglichkeiten bei der Themenauswahl, bei der Aufgabenkonstruktion sowie bei den verwendeten Ausdrucks- und Schreibweisen verdeutlicht werden. Die Beispiele betonen neuere fachdidaktische Entwicklungen, ohne auf bewährte Aufgabenstellungen zu verzichten. Sie sind jedoch nicht repräsentativ hinsichtlich formaler und anwendungsbezogener Anteile der Prüfung.

### 1 Aufgabenbeispiel für die schriftliche Prüfung

Das Beispiel enthält Angaben über die Zielsetzung der Aufgabenkomplexe, die unterrichtlichen Voraussetzungen und die zugelassenen Hilfsmittel. Weiterhin sind die erwarteten Leistungen, die Zuordnungen zu den Anforderungsbereichen und die vorgesehene relative Gewichtung angegeben. Die Bearbeitungszeit beträgt 270 Minuten.

#### 1.1 Tierzüchtung und Molekulargenetik

Anmerkungen:	
Zielsetzung:	
Die Aufgabe umfasst Themenbereiche aus dem Bereich der tierischen Produktion. Materialien in Form von Grafiken und Tabellen stellen neben konkreten Fragestellungen die Voraussetzungen dar, mit deren Hilfe Bewertungen möglich werden. Die praktischen Züchtungsprobleme sollen dabei mit den Instrumenten der Tierzüchtung beurteilt werden. Zudem besteht die Anforderung, klassische Züchtungsprozesse in konkrete Verbindung zu molekulargenetischen Verfahren zu bringen. Dabei wird die Kenntnis entsprechender Methoden zugrunde gelegt.	
Themenbereich :	Tierische Produktion
Anwendungskonzept:	Reproduktion und Steuerung
Unterrichtliche Voraussetzungen:	
Tierzüchtung mit Zuchtwertschätzung und Selektion, Optimierung des Zuchtfortschritts; Molekulargenetik mit grundlegenden gentechnischen Arbeitsmethoden, Mutationen, Meiose; Eiweißverdauung beim Wiederkäuer, biometrische Parameter.	
Hilfsmittel:	Genetischer Code, GTR

- A In der Tabelle sind die Zuchtwerte von drei der besten Fleckvieh-Zuchtbullen von 2003 aufgeführt. Dem Gesamtzuchtwert (GZW), der sich aus dem Milchwert (MW), dem Fleischwert (FW) und dem Zuchtwert für Fitness (FIT) zusammensetzt, sind die Zuchtwerte für Milchmenge (M-kg), Milchfett-% und Milcheiweiß-% angefügt.  
(FIT beinhaltet 7 Einzelzuchtwerte wie z.B. Nutzungsdauer, Fruchtbarkeit, Melkbarkeit etc.)

Tabelle: Zuchtwerte von drei Fleckvieh-Spitzenvererbern des Jahres 2003

Bullen		GZW	MW	FW	FIT	M-kg	F%	E%
Gewichtung in % des GZW			39,3	16,4	44,3			
Romadi	Feb 03	<b>128</b>	118	114	115	606	+ 0,13	0,00
	Aug 03	126	115	113	118	502	+ 0,12	0,00
	Nov 03	<b>127</b>	116	113	117	560	+ 0,12	- 0,01
Poldi	Aug 03	125	131	95	97	1441	- 0,06	- 0,17
	Nov 03	126	130	94	100	1441	- 0,07	- 0,17
Nohorr	Feb 03	126	126	102	103	895	+ 0,22	- 0,02
	Aug 03	<b>127</b>	126	105	103	782	+ 0,29	+ 0,05
	Nov 03	126	126	106	101	762	+ 0,29	+ 0,06

Die folgenden Aussagen sind an Hand der Tabelle zu begründen:

Poldi war trotz seines hohen ZW in M-kg weder im August noch im November Spitzenreiter nach GZW bei den drei Bullen.

Er weist sowohl für Milchfettgehalt (F%) als auch für Milcheiweißgehalt (E%) negative Zuchtwerte auf.

Für die Berechnung des MW reicht es aus, dass zwar Fettmenge (kg) und Eiweißmenge (kg) mit entsprechender Gewichtung eingehen, aber nicht die Milchmenge (kg).

Die Zuchtwerte ändern sich zu den Berechnungszeitpunkten innerhalb der Jahre und verschlechtern sich bei einzelnen Bullen langfristig.

Die Gewichtung der Zuchtwerte für den GZW beim Fleckvieh gibt Aufschluss über die züchterische Zielsetzung. Die Tatsache, dass der ZW FIT sieben Zuchtziele beinhaltet, hat Einfluss auf den Zuchtfortschritt.

- B Die molekulargenetische Züchtungsforschung bemüht sich um Möglichkeiten für Selektionsentscheidungen, die unabhängig von phänotypischer Merkmalerfassung getroffen werden können.

Dazu werden DNA-Bereiche bekannter Sequenz herangezogen, die deshalb als Markergene fungieren können, weil sie in unmittelbarer Nachbarschaft zu Genen liegen, von denen nicht die Sequenz, jedoch die Bedeutung als wichtige Gene für Merkmale polygener Vererbung bekannt ist. Diese Genmarker befinden sich in nichtcodierenden DNA-Bereichen.

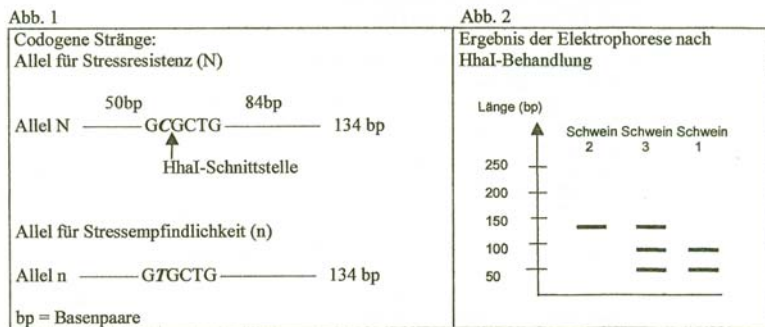
Beschreiben Sie die Schritte der molekulargenetischen Vorgehensweise zur Identifizierung der Marker. Welche Vorteile versprechen sich Züchtungsforscher bei dieser markergestützten Selektion für die Faktoren des Zuchtfortschritts?

Die Brauchbarkeit der Methode scheint mit zellulären Prozessen bei der Geschlechtszellenbildung zusammen zu hängen. Eine gemeinsame Vererbung ist nur gegeben, wenn Zielgen und Markergen nahe genug beieinander liegen.

Erklären Sie dies unter Darstellung der entsprechenden Vorgänge.

- C Der Nachweis von ökonomisch bedeutsamen Erbfehlern ist für einige Erkrankungen mit Hilfe der Gentechnologie möglich, beispielsweise für das *Maligne Hyperthermie Syndrom* beim Schwein (MHS).

Der Gendefekt für MHS liegt auf Chromosom 6. Das intakte Gen codiert für einen Rezeptor, der für die Ausbildung der Calciumkanäle der Muskelzellen verantwortlich ist. Durch Mutation wird dieser Rezeptor nicht mehr funktionsfähig ausgebildet. Beim Schwein hat diese Mutation eine erhöhte Stressempfindlichkeit mit herabgesetzter Fleischqualität zur Folge. Geben Sie an, um welche Art von Mutation es sich hier handelt und welche Auswirkungen die Mutation auf die Aminosäuresequenz hat.



Als Untersuchungsmaterial für die Gendiagnostik dient meist Blut, aus dem die DNA extrahiert wird. Im Anschluss daran wird die Polymerasekettenreaktion (PCR) durchgeführt.

Schildern Sie das Prinzip der PCR und begründen Sie, warum diese Methode hier angewendet wird.

Zur Ermittlung des Genotyps wird DNA aus Blutproben von drei Schweinen untersucht. Nach der PCR wird das Restriktionsenzym HhaI eingesetzt (Abb. 1). Anschließend wird eine Elektrophorese durchgeführt (Abb. 2).

Erklären Sie das Ergebnis und beurteilen Sie die Eignung des Schweines „3“ zur Zucht.

## 1.2 Das mikrobielle Ökosystem des Pansens

### Anmerkungen:

Es handelt sich um eine Aufgabe innerhalb der schriftlichen Abiturprüfung, durch weitere Aufgaben müssen die Themenbereiche anderer Semester abgedeckt werden.

### Zielsetzung:

Die Teilaufgabe umfasst Themenbereiche aus der Ökologie und der Physiologie. Materialien in Form von Grafiken und Tabellen stellen neben den konkreten Fragestellungen die Voraussetzungen dar, mit deren Hilfe die Leistungen der Prüflinge bewertet werden können. Dabei sollen die Prüflinge grundlegende Kenntnisse der Ökologie und Physiologie der Verdauung nachweisen und in der Lage sein, die vielschichtigen Zusammenhänge zwischen dem Ökosystem Pansen und der mikrobiellen Verdauung der Wiederkäuer herzustellen und zu begründen und die Bedeutung der Wiederkäuer als Nutztiere für die Ernährungssituation der Menschen zu bewerten.

Themenbereiche: Tierische Produktion, Agrarökologie

Anwendungskonzepte: Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung, Steuerung und Regelung

Unterrichtliche Voraussetzungen:

Anatomie und Physiologie der Wiederkäuer sind verbindliche Themen im Rahmen der tierischen Produktion und wurden in Form eines zehnwöchigen Projektes durch die Schüler selbstgesteuert erarbeitet. Die ökologischen Inhalte wie Symbiose, Ökosysteme, Populationsdynamik wurden exemplarisch unterrichtlich vermittelt.

Hilfsmittel: Keine

Wiederkäuer sind herbivore Säugetiere, die ein spezielles Verdauungssystem besitzen. Im Pansen (Rumen) findet u. a. die Verdauung von Cellulose und anderen Pflanzenpolysacchariden durch die Aktivität spezieller mikrobieller Populationen statt. Einige der wichtigsten Haustiere wie Rinder, Schafe und Ziegen sind Wiederkäuer. Weil die menschliche Ernährungswirtschaft im großen Maße von diesen Tieren abhängt, ist die Mikrobiologie des Pansens von beträchtlicher wirtschaftlicher Bedeutung.

- A Ökologisch gesehen bilden ein Wiederkäuer und die im Pansen lebenden Mikroorganismenpopulation ein Bisystem. Untersuchen und begründen Sie zu welchem Symbiose-Typ dieses Ökosystem zählt. Bewerten Sie unter dem Aspekt der globalen Ernährungssituation der Menschheit die Bedeutung dieser Symbiose. Geben Sie drei weitere Beziehungssysteme zwischen zwei Arten an.
- B Wie viele Arten in einer Biozönose vorkommen können, hängt von der Zahl der ökologischen Nischen ab. Die Besiedlung des Pansens ist sehr artenreich. Ermitteln Sie mindestens zwei wesentliche Faktoren für die Einnischung der Mikroorganismen im Pansen. Beschreiben Sie die ökologische Potenz der Pansenmikroorganismen.
- C Populationen sind sich in der Zeit verändernde Einheiten. Grundsätzlich unterscheiden wir in Hinblick auf den Dichteanstieg exponentielle und sigmoide (logistische) Wachstumskurven. Analysieren Sie die Wachstumskurven der Mikroorganismen im Pansen. Begründen Sie Ihre Entscheidung. Leiten Sie in Verbindung zu Aufgabe D ab, zu welchen Zeitpunkten Pansenmikrobenpopulationen bestimmte Phasen auf den Wachstumskurven einnehmen.
- D Die Dichte einer Population wird sowohl von Faktoren beeinflusst, die völlig unabhängig von ihr sind, ja auch ohne Organismen wirken, als auch von Kräften, deren Effekte davon abhängen, auf wie viele Individuen sie pro Flächen- oder Raumeinheit treffen. Erläutern Sie die Regelung der Populationsdichte der Pansenorganismen. Beziehen Sie Ihre Ausführungen konkret auf die Bedingungen im Pansen. Beurteilen Sie die Bedeutung dieses Regelkreises für den Wiederkäuer.

Material 1: Aus: Munk, Katharina: Grundstudium Biologie, Spektrum Verlag, 2000

Typen und Beispiele symbiotischer Beziehungen

Symbiose-Typ	Beschreibung	Symbiont A Vorteil für A	Symbiont B Vorteil für B
Allianz	Lockere Partnerschaft	1A: Kuhreier genießen Schutz	1B: Weidende Huftiere werden von Ungeziefer befreit
Mutualismus (Nutznießertum)	Regelmäßige, aber nicht lebensnotwendige Symbiose	2A: Ameise frisst nahrhaftes Samenanhängsel (Elaiosom) 3A: Einsiedlerkrebs genießt Schutz durch Nesselkapseln	2B: Samenpflanze wird verbreitet 3B: Seerose wird transportiert und frisst mit
Eusymbiose	Lebensnotwendiges Zusammenleben	4A: Termiten wird die Holzverdauung ermöglicht 5A: Mykorrhiza – Pilze erhalten organ. Stoffe	4B: Darmflagellaten haben Nahrung und Lebensraum 5B: Waldbäume erhalten Mineralstoffe

Material 2: Aus: Goebel, Werner (Hrsg.): Brock Mikrobiologie, Spektrum Verlag, 2001

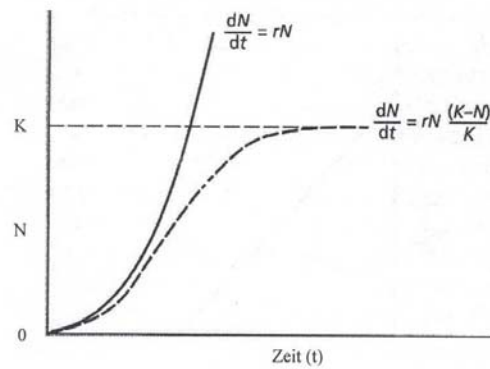
Tabelle 16.5: Charakteristika einiger Prokaryoten des Pansens

Organismus	Gram-färbung	phylogenetische Domäne <sup>a</sup>	Form	Beweglichkeit	Gärungsprodukte	DNA (Molprozent GC)
<b>Celluloseabbauer</b>						
<i>Fibrobacter succinogenes</i> <sup>b</sup>	negativ	B	Stäbchen	–	Succinat, Acetat, Formiat	45–51
<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> <sup>b</sup>	negativ	B	gekrümmtes Stäbchen	+	Acetat, Formiat, Lactat, Butyrat, H <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	41
<i>Ruminococcus albus</i> <sup>b</sup>	positiv	B	Kokke	–	Acetat, Formiat, H <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	43–46
<i>Clostridium lochheadii</i>	positiv	B	Stäbchen (Sporen)	+	Acetat, Formiat, Butyrat, H <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	
<b>Stärkeabbauer</b>						
<i>Bacteroides ruminicola</i>	negativ	B	Stäbchen	–	Formiat, Acetat, Succinat	40–42
<i>Ruminobacter amylophilus</i>	negativ	B	Stäbchen	–	Formiat, Acetat, Succinat	49
<i>Selenomonas ruminantium</i>	negativ	B	gekrümmtes Stäbchen	+	Acetat, Propionat, Lactat	49
<i>Succinomonas amylolytica</i>	negativ	B	oval	+	Acetat, Propionat, Succinat	
<i>Streptococcus bovis</i>	positiv	B	Kokke	–	Lactat	37–39
<b>Lactatabbauer</b>						
<i>Selenomonas lactilytica</i>	negativ	B	gekrümmtes Stäbchen	+	Acetat, Succinat	50
<i>Megasphaera elsdenii</i>	positiv	B	Kokke	–	Acetat, Propionat, Butyrat, Valerat, Caproat, H <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	54
<b>Succinatabbauer</b>						
<i>Schwartzia succinovorans</i>	negativ	B	Stäbchen	+	Propionat, CO <sub>2</sub>	46
<b>Pektinabbauer</b>						
<i>Lachnospira multiparus</i>	positiv	B	gekrümmtes Stäbchen	+	Acetat, Formiat, Lactat, H <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	
<b>Methanogene</b>						
<i>Methanobrevibacter ruminantium</i>	positiv	A	Stäbchen	–	CH <sub>4</sub> (aus H <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub> oder Formiat)	31
<i>Methanomicrobium mobile</i>	negativ	A	Stäbchen	+	CH <sub>4</sub> (aus H <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub> oder Formiat)	49

<sup>a</sup> B, Bacteria; A, Archaea.

<sup>b</sup> Diese Arten bauen auch Xylan ab, ein wichtiges Polysaccharid pflanzlicher Zellwände (→ Tabelle 15.8).

Material 3: Aus: Sauer, Klaus Peter (Hrsg.): Ökologie, Spektrum Verlag, 1998



Exponentieller (—) und sigmoider (---) Dichteanstieg im Laufe der Zeit für Modelle mit kontinuierlicher Fortpflanzung. Dem gezeigten sigmoiden Anstieg liegt die logistische Gleichung zugrunde.

Material 4: Aus: Müller, Hans Joachim: Ökologie, UTB, 1991

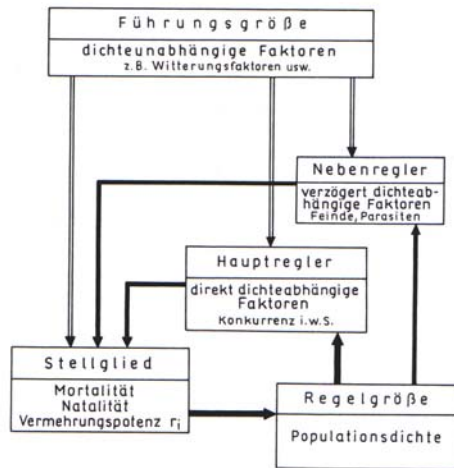


Abb. 2.44. Regelung der Populationsdichte. Kybernetisches Modell. – Vereinfacht nach Wilbert.

### 1.3 Mais – Anbau und Nutzung in der Tierfütterung

Anmerkungen:

Zielsetzung:

Am Beispiel Mais sollen die Prüflinge Stoffwechselprozesse bei der Futterproduktion und der Futterverwertung durch Wiederkäuer beschreiben. Dabei müssen sie die Bedeutung der biologischen Prozesse für die Praxis erläutern können. Weiterhin wird überprüft, ob sie in der Lage sind, wichtige Informationen aus Abbildungen / Tabellen zu entnehmen sowie Übersichten und Skizzen anzufertigen.

Themenbereich: Pflanzliche Produktion, Tierische Produktion

Anwendungskonzepte: Stoff- und Energieumwandlung

Unterrichtliche Voraussetzungen:

Fotosynthese, Bestandsführung, anaerobe Dissimilation, Kohlenhydratverdauung beim Wiederkäuer, Fütterung von landwirtschaftlichen Nutztieren

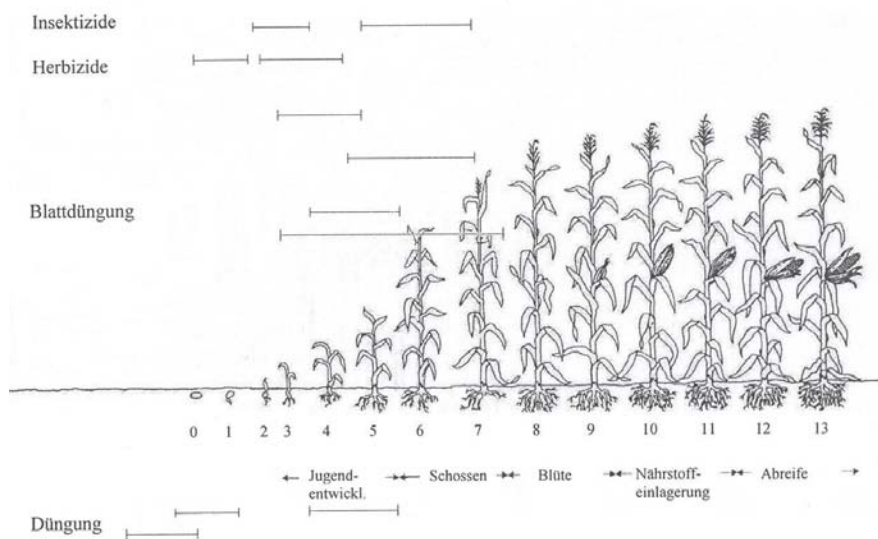
Hilfsmittel: Formelsammlung

- A Mais ist eine wichtige Futterpflanze für die Rinder-, Schweine- und Geflügelhaltung. Vor ca. 500 Jahren brachte Kolumbus sie von einer seiner Amerikareisen mit nach Europa, wo sie heute in den meisten Ländern angebaut wird und vorwiegend als Silomais Verwendung findet. Auf Grund ihrer stoffwechselphysiologischen Besonderheiten gedeiht die Maispflanze auch bei hohen Temperaturen und verträgt auch Unregelmäßigkeiten in der Wasserversorgung. Sie kann im Vergleich mit einheimischen Nutzpflanzen  $\text{CO}_2$  besser verwerten und wächst optimal bei einer starken Sonneneinstrahlung. In der Abbildung (Material 1) sind die produktionstechnischen Maßnahmen im Maisbau dargestellt. Begründen Sie den Einsatz von Düngemitteln, Insektiziden und Herbiziden und erläutern Sie den Zusammenhang mit dem Prozess der Fotosynthese.
- B Die Tabelle (Material 2) gibt einen Überblick über die Eigenschaften einer guten Maissilage. Erklären Sie den Prozess der letztendlich für den hohen Stärkegehalt verantwortlich ist und beschreiben Sie mit Hilfe einer Skizze morphologische Besonderheiten der Maispflanze. Erklären Sie mit Hilfe einer Übersicht und chemischen Gleichungen, wie es zur Entstehung von Milchsäure und Essigsäure in der Maissilage kommt und erläutern Sie drei produktionstechnische Maßnahmen, die zur Herstellung einer guten Maissilage notwendig sind.
- C Maisfuttermittel zeichnen sich durch hohe Stärkegehalte aus. Besonders in den Maiskörnern und im CCM ist der Stärkegehalt mit 63 – 66% der Trockenmasse sehr hoch. Da die Restpflanze ohne Kolben keine Stärke enthält, beeinflusst das Verhältnis von Restpflanze zu Kolben wesentlich den Stärkegehalt in der Maissilage. Die Stärke ist der wichtigste Energieträger in den Maisfuttermitteln. In der Wiederkäuerernährung kommt auch der Abbaubarkeit der Stärke durch die Pansenbakterien eine besondere Bedeutung zu. In der Tabelle (Material 3) werden drei verschiedene Futtermitteln vorgestellt. Beschreiben Sie die Verdauung der Kohlenhydrate beim Wiederkäuer und erläutern Sie die Bedeutung der entstehenden Verdauungsprodukte.

Welche Ration würden Sie bei Hochleistungskühen und welche bei niedrig leistenden Kühen einsetzen? Begründen Sie Ihre Antwort an Hand der Auswirkungen unterschiedlicher Kohlenhydratanteile auf die Verdauungsvorgänge und die Tiergesundheit.

Material 1:

**Entwicklungsstadien von Mais und die Anwendungstermine der Pflanzenschutz- und Düngemittel**



Material 2:

**Kenndaten einer guten Maissilage**

Merkmale	Optimalbereich
T-Gehalt	30–38 %
Stärke	> 30 % in T
Rohfaser	17–20 % in T
Rohasche	< 4,0 % in T
Energie	> 6,5 MJ NEL/kg T
Milchsäure	1,5–2,5 % in FM
Essigsäure	0,3–0,5 % in FM
Häcksellänge	6–8 mm
Einsatz eines Korncräckers	
Lagerdichte	250–290 kg T /m <sup>3</sup>
Geruch: angenehm säuerlich, aromatisch, brotartig	
Farbe, Gefüge: dem Ausgangsmaterial entsprechend	



Material 3:

Rationen mit unterschiedlichen Maissilageanteilen (Futtermenge je Tier und Tag)

Maissilageanteil an Grobfutter in T		34 %		50 %		68 %	
Ration		1	1 a	2	2 a	3	3 a
Grassilage grasreich, 1.N. (35 % T) mittlere Qualität	kg	25	22	20	18	13	11
Maissilage Ende Teigreife (38 % T) KA hoch	kg	13	11	20	18	27	24
Mineralfutter 6 % Ca, 0 % P, 8 % Na	kg	0,10	0,10	–	–	–	–
Mineralfutter 21 % Ca, 3 % P, 12 % Na	kg	–	–	0,10	0,10	0,12	0,17
Sojaextraktionsschrot	kg	0,7	0,7	1,5	1,5	2,5	3,0
Körnermais	kg	–	1,0	–	–	–	–
Weizen	kg	–	–	–	2,0	–	2,0
Milchleistungsfutter 19/4	kg	–	7,5	–	–	–	–
Milchleistungsfutter 20/4	kg	–	–	–	4,0	–	–
Milchleistungsfutter 18/3	kg	–	–	–	–	–	2,5
MEW nach NEL	kg	16	30	20	30	23	30
MEW nach nXP	kg	18	32	22	32	25	32
RNB	g	3	22	0	28	1	23
Zucker	g/kg T	8	39	14	34	20	33
Beständige Stärke	g/kg T	46	43	64	57	81	74
Unbeständige Stärke und Zucker	g/kg T	84	165	120	192	156	206
Strukturwert	SW	2,39	1,54	2,07	1,54	1,74	1,33

*T=Trockenmassegehalt, MEW=Milcherzeugungswert*

Erwartete Leistungen

1.1	Erwartete Leistung	AFB	BWE (%)
A	<p>Materialien und Ergebnisse von Zuchtwertschätzungen bewerten. Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Verwendung von Zuchtbullen zur Optimierung des Zuchtfortschritts ziehen.</p> <p>Inhalte: Stark überdurchschnittliche Teilzuchtwerte können entsprechend der Gewichtung durch unterdurchschnittliche Zuchtwerte kompensiert werden. Eiweiß- und Fettmenge als Selektionsindices. Erhöhung der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung, neuselektierte Besamungsbullen und Anpassung an die Bezugsbasis verschlechtern Zuchtwerte.</p>	III I	24 15

	Fleckvieh als Zweinutzungsrasse mit Milchbetonung bei starker Gewichtung von Fitness-Merkmalen. Abhängigkeit des Zuchtfortschritts von der Anzahl der Leistungsmerkmale.		
B	Die möglichen Vorteile für den Selektionserfolg bei markergestützter Selektion im Vergleich zur Selektion nach phänotypischer Merkmalerfassung sowie die Techniken und Probleme auf der Ebene der DNA darstellen .  Inhalte: Genanalyse durch RFLP, Auswirkung auf den Selektionserfolg; Darstellung der Entkopplung durch cross over in der Meiose.	II	17
		III	4
C	Eine erfolgte Genmutation mittels grafischer Darstellung und Gelelektrophoretogramm beurteilen und den Zusammenhang zwischen Ergebnis und Zuchtverwendung herstellen.  Die PCR als gentechnische Methode beschreiben.  Inhalte: Genmutation, PCR (Prinzip, Ziel), Gelelektrophorese und resultierende Zuchtverwendung.	II	25
		I	15

Zuordnung zu den Anforderungsbereichen in 1.1:	<b>AFB I</b>	<b>AFB II</b>	<b>AFB III</b>
	30 %	42 %	28 %

1.2	Erwartete Leistung	AFB	BWE (%)
A	Kompetenzen:  Fachkompetenz: Reproduktion, Reorganisation und Transfer aus den Unterrichtsinhalten Synökologie, Bisysteme, interspezifische Wechselwirkungen. Problemlösendes Arbeiten zum Bereich Welternährungssituation.  Methodenkompetenz: Tabellen lesen und interpretieren  Inhalte:  Wiederkäuer und Mikroorganismen leben in einer Eusymbiose. Der Stoffwechsel der Wiederkäuer hat sich auf die Gärungsprodukte der Mikroben evolutionär eingestellt und benötigt sie z. B. für die Milchbildung und für die Energiegewinnung im intermediären Stoffwechsel.  Die Mikroben beziehen ihre benötigten Substrate durch die Nahrungsaufnahme der Wiederkäuer, sie finden im Pansen optimale Lebensbedingungen vor.  Die Bedeutung dieser Symbiose liegt in der Erschließung von für den Menschen nicht direkt nutzbaren Nahrungsquellen, wie Pflanzen mit hohen Cellulose-		
		II	4
		II	8
		III	12

	<p>gehalten. Weder Mensch noch Wiederkäuer besitzen Cellulasen, diese werden aber von den Pansenmikroben produziert, die daraus entstehenden Gärungsprodukte im Stoffwechsel der Wiederkäuer zu tierischen Produkten umgebaut, die der menschlichen Ernährung dienen können.</p> <p>Weitere Bisysteme: Konkurrenz, Prädation, Parasitismus, Parabiose</p>	I	6
B	<p>Kompetenzen:</p> <p>Fachkompetenz: Reproduktion, Reorganisation und Transfer zu den Unterrichtsinhalten ökologische Nischen (reale Nische), ökologische Valenzen (Lizenzen).</p> <p>Methodenkompetenz: Probleme erkennen, analysieren und situationsgerecht lösen.</p> <p>Inhalte:</p> <p>Der Pansen bildet für die Mikroorganismen die reale Nische. Wenn zwei oder mehr konkurrierende Arten koexistieren, dann ist dies nur unter Nischendifferenzierung möglich. Die Mikroorganismen besiedeln eindeutig (siehe Material 2) unterschiedliche trophische Nischen. Einen zweiten Einnischungsfaktor müssen die Schüler aus dem Unterricht transferieren, z. B. Acidität.</p> <p>Die Toleranzbreite eines Organismus gegenüber einem bestimmten Faktor wird als ökologische Potenz bezeichnet. Grundsätzlich kann der Potenzbereich weit (euryök), oder eng (stenök) sein. Pansenorganismen sind gegenüber den meisten Faktoren stenök, z. B. stenotherm.</p>	I II	6 8
C	<p>Kompetenzen:</p> <p>Fachkompetenz: Reorganisation und Transfer des Unterrichtsinhaltes Populationsdynamik.</p> <p>Methodenkompetenz: Rationell arbeiten, Ergebnisse strukturieren.</p> <p>Inhalte:</p> <p>Eine Population vermag ihre genetisch verankerten Entwicklungspotenzen nur voll zu verwirklichen, wenn keinerlei Umweltwiderstände entgegenstehen (exponentielles Wachstum). Pansenorganismen unterliegen vielfältigen Umweltwiderständen wie z. B. Nahrungsmangel und haben deshalb logistische Wachstumskurven. Für einen gewissen Zeitrahmen erreicht die Abundanz eine Kapazitätsgrenze. Nach dem Einwirken dichteunabhängiger Faktoren (Abschlucken), steht den einzelnen Individuen z. B. mehr Nahrung zur Verfügung. Dann könnte ein exponentielles Wachstum für eine bestimmte Zeit einsetzen.</p>	I II II III	4 4 8 4
D	<p>Kompetenzen:</p> <p>Fachkompetenz: Reproduktion, Reorganisation und Transfer von Populationsdynamik, Abundanzschwankungen, kybernetische Modelle. Problemlösendes</p>		

<p>Arbeiten bei der Interpretation des Modells auf konkrete Bedingungen im Pansen.</p> <p>Methodenkompetenz: Informationen in ihrem spezifischen Kontext nutzen, bewerten und sachgerecht aufbereiten.</p> <p>Inhalt:</p> <p>Unabhängig von der aktuellen Abundanz wird die Populationsgröße der Pansenmikroben von Faktoren wie z. B. dem Abschlucken in den Labmagen oder Änderungen des pH-Wertes (Acidose) determiniert (dichteunabhängig). Dichteabhängige Faktoren wirken im allgemeinen umso weniger, je geringer, und um so mehr, je höher die Abundanz ist, der sie begegnen. Wichtiger Faktor ist hier die intraspezifische Konkurrenz z. B. um Nahrung. Die Populationsdichte reagiert auf Mangelsituationen mit steigender Mortalität, auf Überfluss mit steigender Teilungsrate (Natalität) der Mikroorganismen. Auch Feinde und Parasiten der Pansenbewohner als Nebenregler sind denkbar.</p> <p>Der Regelkreis hat für einzelne Arten der Mikroorganismen entscheidende Bedeutung, für den Wiederkäuer per se aber nicht, da der Wiederkäuer alle Arten von Mikroorganismen bzw. deren Stoffwechselprodukte als Energie- und Eiweißquellen nutzen kann (außer CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub>).</p>		
	II	4
	I	8
	II	6
III	12	

Zuordnung zu den Anforderungsbereichen in 1.2:	<b>AFB I</b>	<b>AFB II</b>	<b>AFB III</b>
	30 %	42 %	28 %

1.3	Erwartete Leistung	AFB	BW (%)
A	<p>Bedeutung der Optimierung äußerer Faktoren der Fotosynthese (Licht, Wasser, CO<sub>2</sub>, Mineralien) durch Maßnahmen der Bestandsführung begründen</p> <p>Einsatz von Düngemitteln zwischen dem 2-Blattstadium und dem Ende des Schossens:</p> <p>Aufbau von Blattmasse (fotosynthetisch aktive Fläche) und Streckungswachstum zur besseren Ausnutzung des Lichts</p> <p>N für die Proteinsynthese (Zellmembranaufbau, Enzyme)</p> <p>P für die ATP-Bildung</p> <p>Mg für die Chlorophyllsynthese</p> <p>Einsatz von Insektiziden:</p> <p>Erhaltung der Blätter für den Gasaustausch (CO<sub>2</sub> für Fotosynthese) und die Lichtabsorption</p> <p>Vermeidung von Fraßschäden am Leitgewebe (Transport von Wasser, Mineral-</p>	II III	7 12

	<p>stoffen)</p> <p>Einsatz von Herbiziden:</p> <p>Unkräuter konkurrieren mit Mais um Wasser, Licht, CO<sub>2</sub> und Mineralstoffe (Bedingungen für Fotosynthese)</p> <p>besonders wichtig bis zum Schossen (Mitte), da großer Abstand zwischen den Pflanzen bis zum Bestandschluss</p>		
B	<p>Detaillierte Beschreibung des Ablaufs und des Zusammenhangs zwischen den Teilprozessen der Licht- und Dunkelreaktion</p> <p>Besonderheiten der CO<sub>2</sub> – Fixierung bei C<sub>4</sub> –Pflanzen ( C<sub>4</sub> – Dicarbonsäureweg)</p> <p>Lichtreaktion</p> <p>Fotolyse des Wassers</p> <p>Zyklische und nichtzyklische Fotophosphorilierung</p> <p>Reduktion von NADPH<sub>2</sub></p> <p>Molekulare Abläufe im Calvinzyklus zur Bildung von Glukose</p> <p>Skizze des Blattquerschnitts einer C<sub>4</sub> – Pflanze. Chloroplastendimorphismus.</p>	I	15
	<p>Übersicht der Stoffwechselfade:</p> <p>Glykolyse</p> <p>Milchsäuregärung unter O<sub>2</sub>-Mangel</p> <p>Alkoholische Gärung unter O<sub>2</sub>-Mangel)</p> <p>Essigsäuregärung unter O<sub>2</sub>-Verbrauch</p> <p>Reaktionsgleichungen der Milchsäuregärung, der alkoholischen Gärung und der Essigsäuregärung</p> <p>Produktionstechnische Maßnahmen:</p> <p>hoher Stärke-, Glukoseanteil im Mais durch entsprechenden Schnittzeitpunkt und Kornanteil (Ausgangsstoff für Gärung)</p> <p>anaerobe Bedingungen schaffen durch schnelles Befüllen des Silos, gutes Verfestigen und entsprechende Häckselgutlänge</p> <p>hoher TS-Anteil (viel Feuchtigkeit bedeutet schlechte Bedingungen für die Milchsäurebakterien)</p>	II	10
		II	18

C	<p>Beschreibung des Abbaus von Zellulose und leichtabbaubaren Kohlenhydraten durch Mikroorganismen im Pansen zu Pyruvat und dann zu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Propionsäure, Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure</li> </ul> <p>Mikroorganismen betreiben Gärung zur eigenen Energiegewinnung</p> <p>Aus Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff entsteht das Gärgas Methan (Energieverlust)</p> <p>Säuren beeinflussen den pH-Wert und somit die Lebensbedingungen der Mikroorganismen im Pansen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nutzung der flüchtigen Fettsäuren (Milch, Energie)</li> </ul> <p>Beständige Stärke passiert den Pansen und wird im Dünndarm durch Amylase und Maltase bis zu Glukose abgebaut und resorbiert</p>	I II	15 7
	<p>Ration 3 für eine Hochleistungskuh, da sowohl ein hoher Anteil an beständiger als auch unbeständiger Stärke vorhanden ist</p> <p>unbeständige Stärke sichert den Anteil an Propionsäure, der die Grundlage für eine hohe Milchleistung ist</p> <p>Beständige Stärke wird erst im Dünndarm zu Glukose abgebaut. Dadurch entsteht im Pansen weniger BTS, sodass anderen Mikroorganismen die Nahrungsgrundlage fehlt und es nicht zu einer erhöhten Säureproduktion und evtl. Acidose kommt.</p> <p>Ration 1, 1a, 2a für die niedrigleistende Kuh</p> <p>Da die Kuh den hohen Kohlenhydratanteil in den anderen Rationen nicht für die Laktoseproduktion verwenden kann (ist genetisch festgelegt), würde der hohe Anteil besonders an beständiger Stärke hier zur Verfettung führen.</p> <p>Insgesamt ist bei jeder Ration auf die ausreichende Versorgung mit rohfaserreicher und strukturwirksamem Futter zu achten, damit das Wiederkauen und somit die Neutralisation des Panseninhaltes durch den Speichel gefördert wird.</p>	III	16

Zuordnung zu den Anforderungsbereichen in 1.3:	<b>AFB I</b>	<b>AFB II</b>	<b>AFB III</b>
	<b>30 %</b>	<b>42 %</b>	<b>28 %</b>

## 2 Aufgabenbeispiele für die mündliche Prüfung

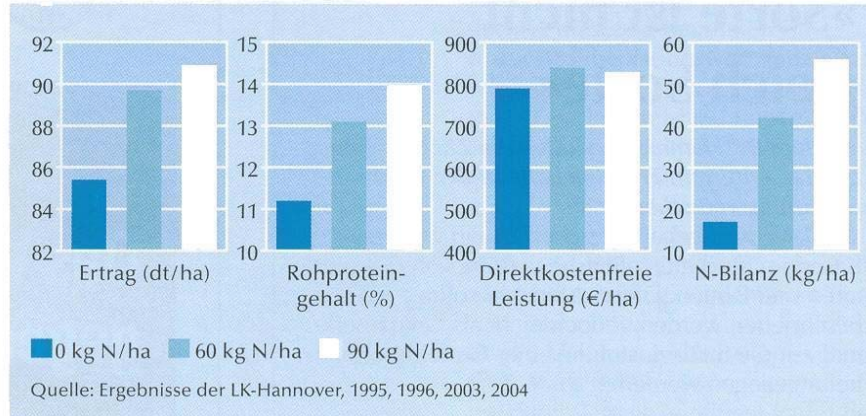
### 2.1 Stickstoffdüngung

Anmerkungen:	
Themenbereich:	Pflanzliche Produktion, Agrarökologie
Anwendungskonzept:	Stoff- und Energieumwandlung
Unterrichtliche Voraussetzungen:	Das Thema N-Düngung ist Bestandteil des Unterrichts im Rahmen der pflanzlichen Produktion. Dabei werden Fragen der Stickstoffdüngung in agrarökologische Zusammenhänge gestellt.
Hilfsmittel:	keine
Prüfungsdauer:	30 Minuten zuzüglich Vorbereitungszeit

- A Stickstoffspätdüngung ist eine übliche Maßnahme zur Ertrags- und Qualitätssteigerung im Weizenanbau. Diskutieren Sie an Hand der Grafik (Material 1) die Auswirkungen unterschiedlicher Intensitätsstufen der N-Spätdüngung auf Ertrag und Qualität, sowie ökonomische und ökologische Aspekte. Beziehen Sie in Ihre ökologische Beurteilung die Phänomene Nitrifikation und Denitrifikation (Material 3) ein.
- B Bewerten Sie den in der Abbildung (Material 2, Landessortenversuche der LWK Hannover) dargestellten Zusammenhang zwischen Ertrag und Rohproteingehalt physiologisch und biometrisch. Mögliche Themen für das Prüfungsgespräch (2: Teil der mündlichen Prüfung):
- Fotosynthesebedingungen und Biomasseproduktion,
  - Genexpression bei Nitrifikanten,
  - Proteinbewertung in der Milchviehfütterung, Weender Futtermittelanalyse

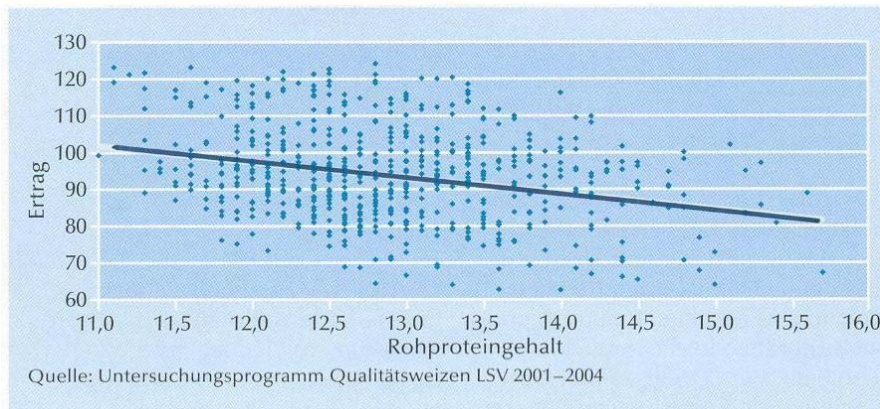
Material 1:

### Das bringt die N-Spadung



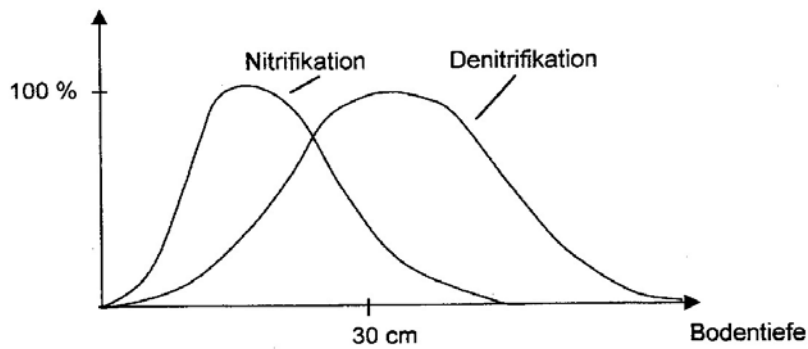
Material 2:

### Beziehung zwischen Ertrag und Rohprotein-gehalt (in dt/ha bzw. %)





Material 3:



Nr.	Erwartete Leistung	AFB
A	<p>Die Zielsetzung ist ein hohes Ertragsniveau bei gleichzeitigem ökonomisch sinnvollen Betriebsmitteleinsatz sowie ökologisch verträgliche Auswirkungen. N-Gaben von 60 dt/ha erbringen Mehrerträge von ca. 5 dt/ha und eine Steigerung der Rohproteinträge auf 13 %. Dadurch können sortengerechte Ertrags- und Qualitätsergebnisse erreicht werden.</p> <p>Da die Steigerung der N-Gaben von 60 auf 90 kg N/ha nur eine Ertragssteigerung um 1 kg/ha und 1% höheren Rohproteingehalt sowie leichte ökonomische Nachteile erbringt, ist dieses Düngeniveau auf der Basis der vorliegenden Daten nicht zu rechtfertigen.</p> <p>Erschwerend kommt hinzu, dass durch die verringerte Ausnutzung des Stickstoffs bei höheren Gaben das Auswaschungspotenzial deutlich ansteigt. So steigert eine Spätgabe von 90 kg N/ha die N-Auswaschung um knapp 40 kg. Da Nitratauswaschung zur Anreicherung im Grundwasser führt und dadurch eine Trinkwasserbelastung resultiert, ist die Spätdüngung von 90 kg/ha nicht zu rechtfertigen.</p> <p>Nitratauswaschung wird unterstützt durch organisch gebundenen Stickstoff, der durch Nitrifikation in geringer Tiefe unter aeroben Verhältnissen zu Nitrat umgewandelt wird. Bei Nichtberücksichtigung dieser Anlieferung in der Düngung erhöht sich das Auswaschungspotenzial. In einer Bodentiefe von mehr als 30 cm können bei Vorherrschen von anaeroben Bedingungen N-Verluste durch Denitrifikation (<math>N_2</math>-Bildung) entstehen. Die ökologische Bedeutung ist vor allem in der Möglichkeit zur Abgabe von klimarelevantem Lachgas (<math>N_2O</math>), einem Zwischenprodukt der Denitrifikation, zu sehen.</p>	<p>I</p> <p>III</p> <p>II</p>

B	<p>Bei zunehmendem Flächenertrag verringert sich in der Tendenz, bei gleicher Düngung, der Rohproteingehalt. Der Kornertrag wird durch die Ertragsstrukturfaktoren (Bestandesdichte, Kornzahl pro Ähre und Tausendkorngewicht) bestimmt. Je günstiger das Zusammenwirken dieser Faktoren erfolgt, umso weniger bleibt Potenzial für die späte Nutzung von Stickstoff für die Aminosäuren- und Proteinsynthese und somit zur Steigerung des Rohproteingehaltes. Der Rohproteingehalt ist weniger als andere Qualitätsparameter genetisch fixiert. Die Beziehung zwischen Ertrag und Rohproteingehalt lässt sich mit Hilfe der Regressionsrechnung ermitteln. Die beiden Merkmale sind negativ korreliert, was durch den Verlauf der Regressionsgeraden zum Ausdruck kommt. Jedoch beschreibt die Regressionsgerade die Beziehung bei geringer Genauigkeit, da aus dem abgebildeten Punkteschwarm ersichtlich ist, dass die Korrelation einen geringen Wert annimmt. Regressionsrechnungen, denen geringe Korrelationen zugrunde liegen, ergeben ungenaue Schätzwerte.</p>	II
---	--	----

## 2.2 Kohlenhydrataufbau in Nutzpflanzen

Anmerkungen:

Zielsetzung:

Mit dieser Aufgabenstellung soll überprüft werden, ob der Prüfling in der Lage ist, auf Grund einer Versuchsordnung Thesen zu formulieren und diese logisch mit Fachwissen zu untermauern. Weiterhin wird festgestellt, ob er Ergebnisse eines Experiments in einem Diagramm begründet zusammenfassen kann. In Verbindung mit der landwirtschaftlichen Praxis, soll der Prüfling beweisen, dass ihm die Bedeutung wissenschaftlicher Erkenntnisse bewusst ist und dass er Vorschläge für deren praktische Umsetzung machen kann.

Themenbereich: Pflanzliche Produktion

Anwendungskonzept: Stoff- und Energieumwandlung

Unterrichtliche Voraussetzungen:

Kenntnisse über die Voraussetzungen und den biochemischen Ablauf der Fotosynthese und der Dissimilation, Stärkenachweis, Anfertigen von Grafiken

Hilfsmittel: keine

Prüfungsdauer: 30 Minuten zuzüglich Vorbereitungszeit

Um die Bedeutung des Faktors Licht als wichtige Voraussetzung für die Fotosynthese zu beweisen, wurde folgendes Experiment durchgeführt:

Eine Kartoffelpflanze wird zwei Tage im Dunkeln aufbewahrt, danach wird eines ihrer Blätter wie in Abbildung 1 dargestellt mit einem Aluminiumstreifen präpariert und 8 Stunden mit weißem Licht bestrahlt. Ein weiteres Blatt dieser Pflanze wird anschließend mit einem Papprahmen in dem vier verschiedenfarbige Folien angeordnet sind abgedeckt (Abbildung 2).

A Welches Ergebnis erwarten Sie hinsichtlich der Fotosyntheseleistung im abgedeckten bzw. in den nicht abgedeckten Bereichen (Abb.1)?

Beschreiben Sie ein Experiment, mit dem Sie ihre Thesen bestätigen können und erklären Sie die zu Grunde liegenden Zusammenhänge.  
 Welches Ergebnis erwarten Sie, wenn sich die Pflanze während des Experiments in einer CO<sub>2</sub>-freien Umgebung befindet? Begründen Sie ihre Antwort.

- B Stellen Sie in einer Grafik den Verlauf der Fotosyntheserate im Bereich der verschiedenen Folien dar und erklären Sie den Kurvenverlauf mit Hilfe von Absorptionsspektren.
- C Erklären Sie, warum die Pflanze die Zeit in der Dunkelheit ohne Schaden übersteht. Welche weitere Bedeutung hat der in der Kartoffelpflanze ablaufende biochemische Prozess für den Kartoffelanbau und die Landwirtschaft im Allgemeinen? Wie kann ein Landwirt diesen Prozess beeinflussen?

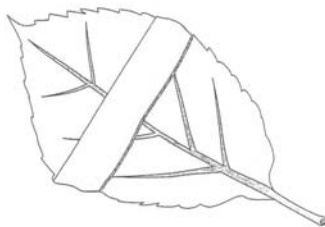


Abbildung 1: Blatt mit Aluminiumfolie

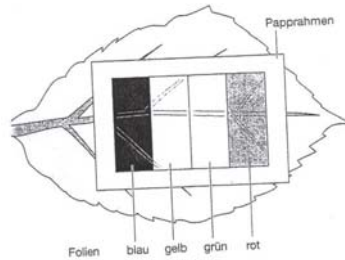


Abbildung 2: Blatt mit Papprahmen und verschiedenfarbigen Folien

Mögliche Themen für das Prüfungsgespräch (2. Teil der mündlichen Prüfung):

- Energiebereitstellung bei Bakterien (Fotosynthese bei Bakterien, Chemosynthese)
- Heterotrophe Energiegewinnung (Verdauung bei Rind und Schwein)

Nr.	Erwartete Leistungen	AFB
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normaler Fotosyntheseablauf in den nicht abgedeckten Blattbereichen.</li> <li>- Keine Fotosynthese unter der Aluminiumfolie.</li> <li>- Farbstoffe im Blatt durch heißen Alkohol lösen und Stärkenachweis mit Iod-Kaliumiodid; Es tritt keine Schwarzfärbung auf, wo das Blatt mit Aluminium abgedeckt war, da ohne Licht keine Lichtreaktion und somit auch keine Dunkelreaktion möglich war. Die in der Dunkelreaktion gebildete Glukose ist Grundlage für die Bildung von Stärke.</li> <li>- Befindet sich die Pflanze in einer CO<sub>2</sub>-freien Umgebung, fällt der Stärkenachweis im gesamten Blatt negativ aus. CO<sub>2</sub> ist in der Dunkelreaktion Ausgangsstoff für die Glukosebildung.</li> </ul>	<p>I</p> <p>II</p> <p>III</p>

B	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Im Diagramm sollten Maxima im Wellenbereich des blauen und roten Lichts erkennbar sein. Zur Begründung muss auf die Absorptionsspektren der einzelnen Pigmente eingegangen werden, sowie auf die Entstehung der Grünlücke.</li> </ul>	II
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Im Dunkeln läuft die Dissimilation weiterhin ab.</li> <li>– Stärke (andere gespeicherte Kohlenhydrate) werden wieder zu Glukose abgebaut und in den Mitochondrien unter O<sub>2</sub>- und Wasserverbrauch zu ATP umgewandelt. Somit hat die Pflanze genug Energie für die Aufrechterhaltung ihres Stoffwechsels bis alle Reservekohlenhydrate verbraucht sind.</li> </ul> <p>Bedeutung für die Kartoffel: Abbau der gespeicherten Kohlenhydrate bei der Keimung</p> <p>Bedeutung für die Landwirtschaft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Abbau der gespeicherten Kohlenhydrate bei gelagerten Früchten (Verlust)</li> <li>– Selbstentzündung von Lagergut (z.B. Heu), da bei der Dissimilation Energie frei wird</li> </ul> <p>Einfluss durch den Landwirt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– niedrige Lagertemperatur, da die Dissimilation durch Enzyme gesteuert wird</li> <li>– mit CO<sub>2</sub>-Begasung in Lagerhallen den Sauerstoffgehalt gering halten</li> <li>– Temperatur, O<sub>2</sub> und Wasser für die Keimung optimieren</li> </ul>	II

### 2.3 Stoffwechsel bei Wiederkäuern

Anmerkungen:	
Themenbereich:	Tierische Produktion, Physiologie, Tierhaltung
Anwendungskonzepte:	Stoff- und Energieumwandlung
Unterrichtliche Voraussetzungen: Der Themenbereich tierische Produktion, Physiologie und Tierhaltung setzt sich aus Inhalten zusammen, die gemäß Stoffverteilungsplan unterrichtet wurden. Semesterübergreifend sollen hier die Probleme der Tierhaltung in Bezug auf die Umwelt dargestellt werden, die zum Themenbereich Agrarökologie und nachhaltige Produktion gehören.	
Hilfsmittel:	PC, PowerPoint, Beamer
Prüfungsdauer:	30 Minuten zuzüglich Vorbereitungszeit

Das Stoffwechselendprodukt der intermediären Proteinumsetzungen der landwirtschaftlichen Nutztiere gelangt in einen natürlichen Kreislauf. Die tatsächliche Einbringung erfolgt durch die Tierhalter und könnte demnach auch als anthropogene Emission verstanden werden.

1. Gehen Sie kurz auf die physiologischen Abläufe bei der Bildung des Stoffwechselendproduktes ein.
2. Stellen Sie den Kreislauf des Stoffwechselendproduktes dar und präsentieren Sie das Ergebnis mit Hilfe des zur Verfügung stehenden Präsentationsmediums.
3. Bewerten Sie die Umweltwirkungen dieses Endproduktes und skizzieren Sie die Möglichkeiten zur Reduktion des Endproduktes durch produktions- und fütterungstechnische Maßnahmen.

Material:

PC mit vorbereitetem Präsentationsprogramm (PowerPoint). Beamer zur Präsentation.

Mögliche Themen für das Prüfungsgespräch (2. Teil der mündlichen Prüfung):

- Stoffwechselphysiologie
- Stoffkreisläufe
- Umweltbelastungen durch die Landwirtschaft
- Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere

Nr.	Erwartete Leistungen	AFB
1	Fachkompetenz: Kurze, aber vollständige Darstellung des Proteinstoffwechsels mit folgenden Inhalten: Stickstoffheterotrophie, Proteasen, glucoplastische AS, Transaminierung, $\alpha$ -Aminogruppe, $\alpha$ -Keto-glutarsäure, 2-Ketosäure, Citronensäurezyklus, $\text{NAD}^+$ , $\text{NADH}/\text{H}^+$ , Ammoniak, Harnstoffzyklus, ATP, Miktion  Methodenkompetenz: Strukturierter Vortrag, korrekte Verwendung der Fachtermini	I
2	Fachkompetenz: Stickstoffkreislauf, Produzenten, organische N-Bindung, Mineralisation, Nitrifizierung, Denitrifizierung, Nitrosomonas, Nitrobacter, $\text{NO}_3^-$ -Aufnahme, Stickstoffassimilation, reduktive Aminierung  Methodenkompetenz: adäquate Präsentation mit PowerPoint	II
3	Fachkompetenz: Bewertung der Umweltwirkungen, $\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_3$ , $\text{N}_2\text{O}$ , Massentierhaltung, Nitratanreicherung im Grundwasser, Nitrat-, Nitrit-, Nitrosaminwirkung, Eutrophierung,  Fütterungsmaßnahmen bei Wiederkäuern und Nichtwiederkäuern, UDP, limitierende AS, bedarfsgerechte Zuteilung  Methodenkompetenz: präzise Darstellung semesterübergreifender Inhalte, freie Rede	III

### III. Anhang

#### 1 Checkliste zur formalen Überprüfung von Prüfungsaufgaben

Kriterien	Umsetzung
<b>Für die Prüfung gilt:</b> Semesterübergreif	
<b>Anforderungsbereiche:</b> I (ca. 30%), II (ca. 40%), III (ca. 30%)	
<b>Themenbereiche:</b> für die Prüfung sind 2 von 3 verpflichtend	
Pflanzliche Produktion	
Tierische Produktion	
Agrarökologie und nachhaltige Produktion	
<b>Kompetenzen</b>	
<b>Für jede Aufgabe gilt:</b>	
Aufgaben eines Aufgabenkomplexes in thematischem Zusammenhang (empfohlen)	
Materialbezug der Aufgabe	
Komplexität, Selbständigkeit der Aufgabe angemessen	
<b>Anwendungskonzepte:</b>	
Struktur und Funktion	
Stoff- und Energieumwandlung	
Reproduktion und Steuerung	
<b>Aufbau:</b>	
Teilaufgaben sind voneinander unabhängig lösbar	
Bei Experimenten werden Lösungen teilweise bereitgestellt	
Hinführung zum Thema, Progression in der Aufgabe	