

Modellbildung

Modellierung des physikalischen Systems

This catalogue of learning goals is based on work of Zwickl et al., Am. J. Phys. 81 (1) 2013

Dieser Katalog an Lernzielen wurde auf der DPG-Schule „Physikalische Praktika“ der Arbeitsgruppe Physikalische Praktika (AGPP) der DPG vom 23.-26. Februar 2014 im Physikzentrum Bad Honnef erarbeitet. Er basiert auf einer Arbeit von Zwickl et al. (Zwickl et al., Am. J. Phys. 81 (1) 2013) und wurde im Vorfeld des Workshops durch Vorschläge von Mitgliedern der AGPP-Mailingliste „PLTinfo“ ergänzt.

Modellbildung

Modellierung des physikalischen Systems

Grundlegende physikalischen Ideen verstehen

System, Wechselwirkungen, Umgebung identifizieren und analysieren.

Richtige Fragen stellen//

Modell anwenden kritisch//

Modell überprüfen//

Grenzen erkennen

Modellbildung

Modellierung des physikalischen Systems

Grundlegende physikalischen Ideen verstehen

*Fundamentale Prinzipien für Modellbildung
identifizieren.*

Modellbildung

Modellierung des physikalischen Systems

Grundlegende physikalischen Ideen verstehen

Vereinfachende Annahmen identifizieren. Was wird ignoriert? Welche Rechtfertigung/Begründung gibt es dafür?

Modellbildung

Modellierung des physikalischen Systems

Ein Vorhersagemodell entwickeln

Fundamentale Prinzipien für Entwicklung eines Vorhersagemodells verwenden.

nach 15 ???? FP

Modellbildung

Modellierung des physikalischen Systems

Ein Vorhersagemodell entwickeln

Prinzipien aus anderen Disziplinen für Entwicklung eines Vorhersagemodells verwenden. Kann Motivation insbesondere in Nebenfachpraktika erhöhen.

Modellbildung

Modellierung des physikalischen Systems

Ein Vorhersagemodell entwickeln

Modell durch Worte, Diagramme, Bilder, Graphen und Mathematik kommunizieren und diskutieren.

Modellbildung

Modellierung des physikalischen Systems

Ein Vorhersagemodell entwickeln

Modell durch mathematische Ausdrücke beschreiben.

Modellbildung

Modellierung des physikalischen Systems

Ein Vorhersagemodell entwickeln

Die physikalische Bedeutung, die Methode zur Bestimmung, die Größenordnung und die Einheiten der verwendeten mathematischen Symbole (Konstanten, Operatoren, Variablen) erklären.

Modellbildung

Modellierung des physikalischen Systems

Das Vorhersagemodell anwenden

Numerische oder analytische Darstellungen des Vorhersagemodell verwenden, um erwartete Ergebnisse vor Durchführung des Experiments zu generieren.

Modellbildung

Modellierung des physikalischen Systems

Das Vorhersagemodell anwenden

Für das System/Modell angemessene Modellparameter auswählen und deren Auswahl begründen.

Modellbildung

Modellierung des physikalischen Systems

Das Vorhersagemodell anwenden

Vorhersagen treffen, die mit den Mess-/Rohdaten verglichen werden können.

Modellbildung

Modellierung des physikalischen Systems

Das Vorhersagemodell anwenden

Vorhersagemodell verwenden, um eine Anpassung/Fit der Messdaten durchzuführen.

Das Vorhersagemodell überprüfen

Alle relevanten Grenzen des Modells identifizieren, z. B. Idealisierungen (punktförmiges Teilchen, masselose Feder, ...) oder Näherungen der fundamentalen Prinzipien (z. B. Newtonsche gegenüber relativistischer Mechanik).

Modellbildung

Modellierung des physikalischen Systems

Das Vorhersagemodell überprüfen

Ermitteln, welche Größenverhältnisse klein sein müssen, damit eine Näherung gerechtfertigt ist.

Das Vorhersagemodell überprüfen

Durch Messung oder Berechnung quantitativ überprüfen, dass die Systemparameter innerhalb der Grenzen liegen, für die die Näherungen zulässig sind.

Modell anpassen bei Diskrepanz Vorhersage/Messung

Das Vorhersagemodell um Elemente erweitern, die zuvor absichtlich oder unabsichtlich weggelassen wurden. Dadurch ist eventuell die Verwendung von numerischen oder Näherungsmethoden notwendig, um den vernachlässigten Effekt beschreiben zu können.

Modellbildung

Modellierung des physikalischen Systems

Modell anpassen bei Diskrepanz Vorhersage/Messung

Physikalisches System derart abändern, dass Vereinfachung zulässig ist.

Modell anpassen bei Diskrepanz Vorhersage/Messung

Beide oben genannter Vorgehensweisen (Modell anpassen bzw. System anpassen) im Hinblick auf Machbarkeit, Effizienz, ... vergleichen und für jene Methode entscheiden, die die Forschungsfrage besser beantwortet.

Modellbildung

Modellierung des Mess-Systems

Grundlegende physikalische und technische Ideen verstehen

System, Wechselwirkungen, Umgebung identifizieren und analysieren.

Modellbildung

Modellierung des Mess-Systems

Grundlegende physikalische und technische Ideen verstehen

Fundamentale Prinzipien für Modellbildung identifizieren.

Modellbildung

Modellierung des Mess-Systems

Grundlegende physikalische und technische Ideen verstehen

Vereinfachende Annahmen identifizieren. Was wird ignoriert?

Modellbildung

Modellierung des Mess-Systems

Ein Modell des Messaufbaus entwickeln

Fundamentale Prinzipien für Entwicklung eines Vorhersagemodells verwenden.

Modellbildung

Modellierung des Mess-Systems

Ein Modell des Messaufbaus entwickeln

Modell durch Worte, Diagramme, Bilder, Graphen und Mathematik kommunizieren und diskutieren.

Modellbildung

Modellierung des Mess-Systems

Ein Modell des Messaufbaus entwickeln

Modell durch mathematische Ausdrücke beschreiben.

Ein Modell des Messaufbaus entwickeln

Die Messgeräte als "Black boxes" mittels des einfach(st)en Input-Output-Modells beschreiben. Eingangs- und Ausgangsgröße(n) sowie Transferfunktion entwickeln.

Kalibrieren/das Modell des Messaufbaus anwenden

*Für das Mess-System angemessene Modellparameter
aus den
Datenblättern/Handbüchern/Dokumentationsunterlagen
der Geräte auswählen.*

Kalibrieren/das Modell des Messaufbaus anwenden

Mittels Worten, Diagrammen, Bildern, Graphen und Mathematik beschreiben, wie die abgeleiteten Größen mit den Rohdaten zusammenhängen

Kalibrieren/das Modell des Messaufbaus anwenden

Numerische oder analytische Darstellungen des Vorhersagemodell verwenden, um erwartete Ergebnisse für standardisierte Eingangssignale zu generieren.

Modellbildung

Modellierung des Mess-Systems

Kalibrieren/das Modell des Messaufbaus anwenden

Vorhersagen treffen, die mit den Antworten des Mess-Systems verglichen werden können.

Das Modell des Messaufbaus überprüfen

Aus

*Datenblättern/Handbüchern/Dokumentationsunterlagen
die Beschränkungen der Geräte entnehmen, die eine
Abweichung vom idealisierten Verhalten hervorrufen.*

Das Modell des Messaufbaus überprüfen

Durch Messung oder Berechnung quantitativ überprüfen, dass die Systemparameter innerhalb der Grenzen liegen, die für den Regelbetrieb der Messgeräte zulässig sind.

Modell des Messaufbaus anpassen

Das Modell des Messaufbaus um Elemente erweitern, die zuvor absichtlich oder unabsichtlich weggelassen wurden. Dadurch ist eventuell die Verwendung von numerischen oder Näherungsmethoden notwendig, um den vernachlässigten Effekt beschreiben zu können.

Modellbildung

Modellierung des Mess-Systems

Modell des Messaufbaus anpassen

Mess-System derart abändern, dass Vereinfachung zulässig ist.

Modell des Messaufbaus anpassen

Beide oben genannter Vorgehensweisen im Hinblick auf Machbarkeit, Effizienz, ... vergleichen und für die Methode entscheiden, die die Forschungsfrage besser beantwortet.

Qualität der Messdaten abschätzen

Unsicherheit der Messdaten ermitteln/abschätzen: 1. Wie wurde die Unsicherheit ermittelt und warum wurde dieser Ansatz gewählt? 2. Ändert sich die Unsicherheit während der Datenaufnahme und wie wird diese Änderung ggf. berücksichtigt? 3. Quantitative Analyse, wie experimentelle Parameter geändert werden müssen, um eine Verbesserung der Statistik zu erzielen.

Modellbildung

Vergleichende statistische Analyse

Qualität der Messdaten abschätzen

Fehler in abgeleiteten Größen abschätzen.

Qualität der Messdaten abschätzen

Fehlerfortpflanzung in abgeleiteten Größen berechnen und Parameter identifizieren, deren Messung den größten Fehlereintrag mit sich bringt.

Qualität der Messdaten abschätzen

Messunsicherheiten numerisch (signifikante Stellen, Fehlerangabe, ...) oder graphisch (Fehlerbalken, Histogramme, ...) darstellen.

Qualität der Messdaten abschätzen

Zwischen systematischen und zufälligen Fehlern in den Messdaten bzw. den abgeleiteten Größen unterscheiden.

Statistische Methoden (Mittelwertbildung, nichtlineare Anpassung, χ^2 -Test, ...) anwenden

Erklären, mit welchem Ziel eine Methode verwendet wird, welche Information diese liefert und wie letztere interpretiert wird.

Modellbildung

Vergleichende statistische Analyse

Statistische Methoden (Mittelwertbildung, nichtlineare Anpassung, χ^2 -Test, ...) anwenden

Die Randbedingungen für die Verwendung der statistischen Methode erklären.

Statistische Methoden (Mittelwertbildung, nichtlineare Anpassung, χ^2 -Test, ...) anwenden

Beispiele für Daten nennen, auf die diese statistische Methode typischerweise angewendet wird.

Modellbildung

Vergleichende statistische Analyse

Statistische Methoden (Mittelwertbildung, nichtlineare Anpassung, χ^2 -Test, ...) anwenden

Die statistische Methode zur Analyse und Interpretation von Messdaten anwenden.

Messdaten mit Vorhersagewerten vergleichen

Eine Liste von Vergleichsoptionen zwischen Vorhersagen und Messdaten entwickeln und Vor- und Nachteile diskutieren (z. B. Vergleich der Rohdaten; abgeleitete Größen sind besser mit Theorien vergleichbar oder bei Vergleich verschiedener Experimente; disziplinspezifische Standards).

Messdaten mit Vorhersagewerten vergleichen

Schaubilder der Vorhersagewerte und der gemessenen Werte mit korrekten Achsenbeschriftungen, Legenden und Anmerkungen erstellen zum grafischen Vergleich.

Messdaten mit Vorhersagewerten vergleichen

Datenanpassung/Fit aufgrund des Vorhersagemodells:
1. beste Fit-Parameter und deren Fehler ermitteln 2.
Fehler der Fit-Parameter interpretieren 3. Überprüfen,
ob der Fit tatsächlich gegen die optimalen Werte
konvergiert, insbesondere bei nichtlinearer Anpassung
4. Residuen darstellen und auf systematische Fehler
überprüfen 5. Vergleich der Residuen mit dem
erwarteten zufälligen Fehler der Messung.

Messdaten mit Vorhersagewerten vergleichen

Chi²-Test anwenden, um herauszufinden, ob eine Abweichung zwischen Mess- und Vorhersagedaten zufällig ist und ob die Unsicherheiten nicht überschätzt sind (red. $\chi^2 \ll 1$).

Planung und Durchführung

Planung und Erstellung des Experiments und der Messapparatur

Überprüfbare Forschungsfrage aufstellen

Aufstellen einer wohldefinierten, überprüfbaren Forschungsfrage, in der die unabhängigen, abhängigen und Kontroll-Variablen spezifiziert sind.

wird überwiegend vorgegeben

Planung und Durchführung

Planung und Erstellung des Experiments und der Messapparatur

Experimentalaufbau effektiv planen

Erklären, inwieweit das geplante Experiment die Forschungsfrage beantworten kann und warum dieses gegenüber alternativen Experimenten vorteilhaft ist.

wird überwiegend vorgegeben //

im Einstieg schwer, exemplarisch möglich //

im Nebenfach nur randständig möglich

Planung und Durchführung

Planung und Erstellung des Experiments und der Messapparatur

Experimentalaufbau effektiv planen

Voraussagen über das physikalische System verwenden, um Anforderungen (z. B. bzgl. Auflösung, Rauschen, dynamischer Bereich, ...) an das Mess-System aufzustellen.

Planung und Durchführung

Planung und Erstellung des Experiments und der Messapparatur

Experimentalaufbau effektiv planen

Die Anforderungen an das Mess-System als Designkriterien festlegen, ohne die Kriterien zu hoch anzusetzen (es sei denn, höhere Kriterien sind problemlos implementierbar).

Planung und Durchführung

Planung und Erstellung des Experiments und der Messapparatur

Experimentalaufbau effektiv planen

Die Wahl der Parameter des Experiments (z. B. Abtastrate, Verstärkung, Brennweite, ...) begründen/rechtfertigen.

teils vorgegeben//

teils von Studierenden zu leisten

Planung und Durchführung

Planung und Erstellung des Experiments und der Messapparatur

Experimentalaufbau effektiv planen

Folgende Fragen stellen und beantworten: 1. Ist das Experiment/die Apparatur "gut genug"? 2. Was heißt in diesem Fall "gut genug"? 3. Wie lässt sich herausfinden, ob das System "gut genug" ist, ohne die komplette Versuchsreihe durchzuführen?

Planung und Durchführung

Planung und Erstellung des Experiments und der Messapparatur

Sicherheitsaspekte berücksichtigen

Physikalische, chemische, biologische Gefahren beim Entwurf eines Experiments erkennen und anhand von Betriebsanweisungen und Gefahrstoff-Datenblättern o. ä. die Gefährdung abschätzen und minimieren.

situativ bei ernststen Gefahren//

Betreuungspersonal entsprechend unterweisen//

Erarbeitung im Dialog mit den Studierenden

Planung und Durchführung

Planung und Erstellung des Experiments und der Messapparatur

Messdaten während des Experiments skizzieren

Messdaten skizzenhaft im Laborbuch auftragen zur Abschätzung der Qualität der Daten (Ausreißer, ...) und zum Vergleich mit erwarteten Werten.

ja besonders größeren Messreihen//

Überschlagsrechnungen als methodische Kompetenz//

Zwischenauswertung konkret einbauen

Planung und Durchführung

Planung und Erstellung des Experiments und der Messapparatur

Zustand des Experiments regelmäßig evaluieren

Ständig durch Vergleich der Messdaten mit den Vorhersagen den Zustand des Experiments überwachen; vor langen Messreihen die einwandfreie Funktion des Experiments sicherstellen.

gehört zu Karte 55//

wird in Teilen von Leitung/techn. Personal vorbereitet//

für alle Praktika relevant//

Überprüfung der Funktionsfähigkeit//

versuchs-begleitend

Planung und Durchführung

Planung und Erstellung des Experiments und der Messapparatur

Laborbuch führen

Aufzeichnen der eigenen Überlegungen zum Experiment: zu Beginn des Versuchstags einen (Zeit-) Plan für die Aktivitäten des Tages erstellen; Problemlösungen, Fehlersuche, Änderungen des Versuchsaufbaus dokumentieren; nach Beendigung des Experiments wichtige Ergebnisse zusammenfassen und noch ausstehende Aufgaben bzw. offene Fragen auflisten.

idealistisch

Planung und Durchführung

Planung und Erstellung des Experiments und der Messapparatur

Laborbuch führen

Wichtige experimentelle Details dokumentieren: Skizzen der Apparatur, relevante Einstellungen der Messgeräte, Ort und Benennung gespeicherter Daten, gemessene Daten incl. Einheiten als Einzelwerte oder in Tabellenform aufzeichnen.

relevant!!!

Planung und Durchführung

Planung und Erstellung des Experiments und der Messapparatur

Laborbuch führen

Vorläufige Auswertungen präsentieren, die während der Datenaufnahme angefertigt wurden.

wünschenswert, ambitioniert

Planung und Durchführung

Planung und Erstellung des Experiments und der Messapparatur

Laborbuch führen

Fragen zu Experimenten, die schon länger zurückliegen, anhand der Aufzeichnungen im Laborbuch beantworten können.

wünschenswert ambitioniert

Planung und Durchführung
Fehlersuche und -behebung

Messapparatur in funktionale Untereinheiten einteilen

Das Experiment in funktionale Untereinheiten aufteilen und deren Funktion und Zusammenwirken analysieren und verstehen.

universelles Prinzip zum Verständnis von Versuchen für alle Praktika//

Denkstrategie

Messapparatur in funktionale Untereinheiten einteilen

Testverfahren für Subsysteme entwickeln und durchführen und mit Vorhersagen zu einem funktionierenden Subsystem vergleichen.

situativ: durch Tutoren unterstützt aber nicht durch Tutoren (komplett) übernommen

Messapparatur in funktionale Untereinheiten einteilen

Eine sinnvolle Reihenfolge der Tests herleiten, sodass das defekte Subsystem möglichst schnell ermittelt werden kann.

Planung und Durchführung
Fehlersuche und -behebung

Messapparatur in funktionale Untereinheiten einteilen

Anhand bisheriger Erfahrungen abschätzen, in welchem Subsystem am wahrscheinlichsten ein Fehler auftritt.

Messapparatur in funktionale Untereinheiten einteilen

Entscheiden, ob die Abweichungen zwischen aktueller und idealer Funktion ausreichend sind, um weitere Tests durchzuführen.

Kommunikation

Quellen finden, beurteilen, auswerten

Quellen finden

Hilfsmittel zur Suche von Quellen nach Themengebiet auswählen und anwenden, z. B. Wikipedia, Suchmaschinen (Google, Google Scholar, ...), Bibliothek, Kataloge, SciFinder, ...

Quellen finden im GP kritisch//

Lehrbücher, Journal Portale, kommerz. Datenbanken//

Literaturwerte wo? "Nichts gefunden"//

spezifische Praktikumliteratur//Liste mit Literaturquellen//

Zusammenarbeit mit Bibliothek

Quellen beurteilen

Zuverlässigkeit und Zitierfähigkeit von Quellen abschätzen, z. B. anhand Autor, Erscheinungsform, Alter, Peer Review, öffentlicher Verfügbarkeit, ...

Informationsflut erschlagen//

was im Internet steht, ist richtig!//

Fehler in Lehrbüchern//

eingeschränkte, vorsortierte Bibliothek//

empfohlenen Literatur für GP//

2. Literaturstelle zur Überprüfung// Quelle verständlich?

Kommunikation

Quellen finden, beurteilen, auswerten

Quellen auswerten

Wichtige Fakten exzerpieren unter Angabe der Quelle

in eigene Worte fassen

Kommunikation

Quellen finden, beurteilen, auswerten

Quellen auswerten

Quellen korrekt zitieren, um die Vorarbeit des Quellenautors anzuerkennen und zu honorieren (was zumindest später auch bei einer eigenen Leistung erwartet wird).

Kommunikation

Quellen finden, beurteilen, auswerten

Quellen auswerten

Quellen korrekt zitieren, um dem Empfänger der eigenen Publikation die Möglichkeit zu geben, eine Aussage in der Originalquelle nachvollziehen zu können. Daraus ergibt sich die sinnvolle Form der Zitierung.

eigene Ergebnisse untermauern//

Rechtliche Aspekte//

Plagiate

Anwendbarkeit und Genauigkeit des Vorhersagemodells überzeugend darstellen

*Die grundlegenden physikalischen Sachverhalte
erklären können.*

versuchsbezogen//

*relevante Grundlagen des Versuches benennen und beschreiben
können*

Anwendbarkeit und Genauigkeit des Vorhersagemodells überzeugend darstellen

Die zulässigen Parameter des Modells und dessen Grenzen erklären und darlegen, weshalb es auf die aktuellen Gegebenheiten angewendet werden kann.

Anwendbarkeit und Genauigkeit des Vorhersagemodells überzeugend darstellen

*Anhand von Graphen, Diagrammen und Gleichungen
aufzeigen, wie die Vorhersagen des Modells
zustandekommen.*

Anwendbarkeit und Genauigkeit des Vorhersagemodells überzeugend darstellen

*Vorhersagen machen, die mit den Messungen
verglichen werden können.*

versuchsbezogen

Beschreibung des Experiments

Die Forschungsfrage aufstellen und präsentieren.

[Bezug auf den Begriff "Forschungsfrage"] was ist damit gemeint? Ziel des Tages oder Fertigkeiten oder Thema?//

[Bezug auf den Begriff "präsentieren"] GP//

[Bezug auf gesamten Satz] FP

Beschreibung des Experiments

Das Experiment beschreiben und aufzeigen, weshalb es zur Beantwortung der Forschungsfrage eingesetzt werden kann.

Skizze des Versuchsaufbaus nicht quasi-3D, sondern skizzenhaft//

kann das Exp meine Frage beantworten?//

prinzipiellen Nachbau ermöglichen//

Versuchsskizze vom Aufbau

Beschreibung des Experiments

Die unabhängigen, abhängigen und kontrollierten Größen identifizieren.

Zielgruppe fokussieren

Beschreibung des Experiments

Alle unbekannten Parameter in Vorhersage oder Messung aufzeigen und erklären, warum diese unbekannt sind und weshalb sich deren Variation nicht auf einen Fit auswirkt.

[Das erste Wort "Alle" ist durchgestrichen]

Beschreibung des Experiments

Beschreiben, inwiefern die experimentellen Parameter geeignet gewählt sind bzw. warum eine weitere Optimierung nicht sinnvoll/gerechtfertigt ist.

78+79 Möglichkeiten + Limits des Modells

Daten als glaubwürdig, überzeugend, genau und interessant darstellen

Aufzeigen, dass alle notwendigen Größen für die Analyse der Daten bzw. alle Eingangswerte des Vorhersagemodells ermittelt wurden.

Daten als glaubwürdig, überzeugend, genau und interessant darstellen

Beispieldaten auswählen, mit denen sich die wichtigen physikalischen Phänomene darstellen lassen.

[Einfügung vor "Beispieldaten"] Repräsentative//

Begründete Auswahl von Daten zur Präsentation

Daten als glaubwürdig, überzeugend, genau und interessant darstellen

Die wichtigen Aspekte/Ideen der Messapparatur und deren Grenzen erläutern und demonstrieren, dass die Apparatur innerhalb dieser Grenzen betrieben wurde.

s. 79

Daten als glaubwürdig, überzeugend, genau und interessant darstellen

Die Verarbeitung der Rohdaten erläutern.

Daten als glaubwürdig, überzeugend, genau und interessant darstellen

Die Qualität der Daten mithilfe statistischer Methoden darlegen: 1. Sampling-Methode beschreiben und deren Zweck (Aufzeichnung interessanter Einzelereignisse, Mittelung zur Verbesserung des Signal-/Rausch-Verhältnisses, ...) 2. Beschreiben, wie die Unsicherheit ermittelt und beim Vergleich mit dem Modell eingesetzt wird 3. Reproduzierbarkeit interessanter Ergebnisse darlegen.

Daten überzeugend und ansprechend präsentieren

Behauptungen durch Präsentation geeigneter Daten unterstützen und die Relevanz der Daten für die Behauptungen aufzeigen.

[Der Begriff "Behauptungen" ist wellenförmig unterstrichen]//

Erkenntnis, Hypothese o. ä.

Daten überzeugend und ansprechend präsentieren

Graphen oder Tabellen als geeignete Präsentationsform der Daten wählen, sofern dies angebracht ist.

Daten überzeugend und ansprechend präsentieren

*Alle Datensätze beschreiben und Einheiten angeben.
Achsen von Graphen entsprechend skalieren und
beschriften.*

[Einfügung zwischen "Datensätze" und "beschreiben"]
nachvollziehbar

Daten überzeugend und ansprechend präsentieren

Informative Bild- und Tabellenunterschriften formulieren, die alle wesentlichen Informationen enthalten.

Datenanalyse und Schlussfolgerungen

Gute Übereinstimmung zwischen Daten und Modell mit χ^2 -Test belegen.

[Einfügung zwischen "mit" und " χ "] z. B.//

nicht im GP//

Residuen angeben//

in 90 enthalten

Datenanalyse und Schlussfolgerungen

Abweichungen zwischen Daten und Modell mittels statistischer Methoden quantitativ und graphisch analysieren.

Datenanalyse und Schlussfolgerungen

Alternative Erklärungen der Daten diskutieren.

Literaturvergleich//

begründete Spekulation//

Ausblick

Datenanalyse und Schlussfolgerungen

Ein angepasstes Modell, eine verbesserte Apparatur oder ähnliches vorschlagen und diskutieren; diese Änderungen möglichst durchführen und neue Daten aufnehmen.

[Streichung des zweiten Halbsatzes]

Datenanalyse und Schlussfolgerungen

Regelmäßigkeiten und Muster in Daten suchen, die zu neuen Modellen (Regeln) führen können.

s. 91

Eigene Projekte vorschlagen

Erklären, warum das Thema persönlich relevant und interessant ist.

> =FP//

Projektpraktikum//

[der Begriff "persönlich" ist eingeklammert]

Eigene Projekte vorschlagen

In der Fachliteratur recherchieren, relevante Artikel auswählen und durcharbeiten.

Eigene Projekte vorschlagen

Die Erkenntnisse aus mehreren Artikeln zusammenstellen und die wissenschaftliche Relevanz des vorgeschlagenen Projekts herausstellen. Dabei nicht nur die Referenzen benennen, sondern darlegen, auf welchen wesentlichen Erkenntnissen der früheren Artikel die aktuelle Fragestellung fußt.

Eigene Projekte vorschlagen

Das interessante Thema in eine überprüfbare Forschungsfrage überführen.

Eigene Projekte vorschlagen

Die Literatur nutzen (Theorien, Literaturwerte, Herstellerangaben), um ein quantitatives Vorhersagemodell zu entwickeln und den Aufbau des Experiments zu planen.

Arbeitsteilung

Aufgaben thematisch und zeitlich aufteilen und sinnvoll verteilen (nach Interesse, Spezialisierung, Themenzusammenstellung, aktueller Arbeitsbelastung)

Arbeitsteilung

Fortschritt regelmäßig überprüfen (persönliche Treffen, Arbeitsplattform zur kollaborativen Bearbeitung einer Publikation, ...) und ggf. Aufteilung anpassen.

Probleme (Inhalt, Zeitplan, Kommun., Team) erkennen//

diskutieren//

klassifizieren//

ggf. externe Hilfe suchen

Arbeitsteilung

*Balance finden zwischen Vertrauen in die Arbeit und
Ergebnisse von KollegInnen/fremden
WissenschaftlerInnen einerseits und der kritischen
Beurteilung dieser Ergebnisse andererseits.*

Vorträge halten

*Präsentieren eines wichtigen, gut aufbereiteten
Aspektes eines Experiments anhand einer
Folienpräsentation mit mündlichen Erläuterungen.*

[Einfügung vor "Präsentieren"] Kompaktes//

[Bezug auf den Begriff "Folienpräsentation"] Unterthema:
Präsentationstechniken z. B. 105

Vorträge halten

Wissensstand des Publikums antizipieren und daran den Detailgrad der Präsentation anpassen.

Sprachniveau//

kurze Sätze

Vorträge halten

Die wichtigsten Ideen in einer 10-15 Minuten dauernden Präsentation+Fragerunde herausstellen.

[Bezug auf den Begriff "Ideen"] Ergebnisse

Vorträge halten

Bei der Präsentation die Regeln für gute Präsentationen beachten, z. B. lesbare Schriftgröße; max. 7 Argumente pro Folie; sparsame, sinnvoll begründete Verwendung von Effekten und Schriftarten; Kontakt zum Plenum halten; ...

Präsentationstechniken//

Sprache klar artikuliert// Authentizität//

angemessenes Tempo// Körperhaltung//

Blickkontakt

Vorträge halten

Bewerten der eigenen Präsentation und jener der Kolleginnen und Kollegen in Bezug auf Stil und Argumentation nach vorgegebenem Bewertungsschema.

konstruktive Kritik

Artikel verfassen

*Präsentieren eines wichtigen, gut aufbereiteten
Aspektes eines Experiments mittels eines schriftlichen
Artikels.*

[Der Begriff "Präsentieren" ist durchgestrichen]

Verfassen/Darstellen//

nach Template anfangs

Artikel verfassen

Formulieren jeweils eines Arguments in einem kurzen, wohlstrukturierten Satzes.

1 Argument \geq 1 Satz

Artikel verfassen

Detailgrad der Beschreibung abschätzen anhand von Vorwissen der Leser, Vorgaben zur Textlänge (Letter, Artikel, Thesis, ...), ...

Zielgruppe, Medium

Artikel verfassen

*Verwenden der gängigen Schreibkonventionen für
Grammatik , Zeichensetzung und Rechtschreibung.*

angemessene//

technische Möglichkeiten

Poster erstellen und präsentieren

*Präsentieren eines wichtigen, gut aufbereiteten
Aspektes eines Experiments anhand einer
Posterpräsentation mit mündlichen Erläuterungen.*

nach Template

Vorhersagen erstellen

Vorhersagen erstellen mit Hilfe analytischer und numerischer Methoden, die in Vorlesungen erarbeitet wurden (z. B. numerische Lösung von Differentialgleichungen).

nicht für alle Anfängerpraktika relevant//

für Nebenfachpraktika inkl. LA nicht relevant//

für einige AP relevant//

kann im FP und Projektpraktikum vorkommen

Computer-Analyse-Programme nutzen

Verwenden mathematischer Programme (Excel, Origin, Mathematica, MatLab, Mapple, ...) zur Berechnung der statistischen Werte, die im Lernzielbereich "Statistische Methoden anwenden" genannt werden.

bis 118: Studierende wünschen sich ein Programm für alles; bei Projektpraktikum hohe Motivation für Einarbeitung in Programme// Smartphone Generation kommt mit Software nicht mehr klar// Libre-Office// Excel ist explizites Lernziel (FH, Harten) [Bezug auf den Begriff "Excel"] anwendungsrelevant in Industrie// 3h Einführung: es kommen immer weniger; privat

Computer-Analyse-Programme nutzen

Verwenden der Hilfefunktion des entsprechenden Programms zur Klärung von Syntax und Parameterbereich.

wird als bekannt vorausgesetzt//

z. B. in einem Modul "akademische Grundkompetenzen"

Computer-Analyse-Programme nutzen

*Daten verarbeiten: importieren (txt, CSV, binary),
Datenstruktur im Editor untersuchen (Datentyp,
Trennzeichen), speichern, konvertieren,
Headerinformationen verarbeiten, grundlegende
Arrayfunktionen (Zeile/Spalte selektieren, Teilarray
extrahieren, transponieren).*

variiert zu schnell, keine Lernziele vom Praktikum

Computer-Analyse-Programme nutzen

*Daten/Funktionen graphisch darstellen:
Achsendarstellungen (linear, logarithmisch, polar, ...),
Fehlerbalken, 2D-Plots (Bilder), 3D-Plots (Surface,
Contour, ...), Beschriftungen, Legenden, Anmerkungen,
Kombination Daten und Vorhersage in einem Plot,
Standardkonventionen für übersichtliche Darstellungen
berücksichtigen (Linienstil und -farbe, Symbole,
Schriftgrößen).*

*sehr wichtig// [auf separater Karte] uneinheitliche Meinung, ob
Nutzung von Logarithmuspapier noch zeitgemäß ist*

Computer-Analyse-Programme nutzen

*Daten anpassen/fitten: lineare und nicht-lineare
Fitfunktionen auswählen und anwenden, Datenpunkte
gewichten, Fitparameter und deren Fehler
interpretieren, Daten und Fits in gemeinsamem
Schaubild darstellen.*

am relevantesten

Computer-Analyse-Programme nutzen

Daten im Zeit- und Frequenzregime bearbeiten: FFT-Methoden einsetzen (Einheiten der Daten; Zusammenhang Frequenzbereich, Samplingrate, Messdauer; Power-Spektrum; spektrale Dichte).

spezielles Fachthema, kein allgemeines Lernziel von Praktika

LabVIEW verwenden

Erstellen eines einfachen VIs, dass von einer kompatiblen Messkarte Spannungswerte einliest, die Datenrate und die Anzahl der Messungen kontrolliert, die Daten in einer Tabelle (Datenformat und Trennzeichen einstellbar) ausgibt, und die Daten graphisch darstellt.

alle Labview-Karten nur für Physiker relevant//

VIs erstellen passt nicht ins AP//

teilweise extra-Kurs vorab oder extra FP-Versuch

LabVIEW verwenden

Verwenden der Hilfefunktion von LabVIEW zur Klärung von Syntax und Parameterbereich.

[Bezug auf den Begriff "Parameterbereich"] wird vorausgesetzt

LabVIEW verwenden

Die computerunterstützte Messtechnik ausnutzen, um die Datenaufnahme, -analyse, -visualisierung und -interpretation zu verbessern.

dafür ist Labview ja da

Sensoren und Aktuatoren einsetzen

Funktion wichtiger Sensoren zur Messung physikalischer Größen erläutern und in Verbindung mit Messgeräten (Multimeter, Oszilloskop, Messkarte) anwenden: Photodiode, Thermoelement, Pt100, CCD.

auch für Ingenieure und Grundprinzipien auch für Mediziner relevant//

konkrete Auswahl hängt von Versuch ab

Sensoren und Aktuatoren einsetzen

Funktion von Servo- und Schrittmotor, Piezokristall erläutern.

zu speziell, um als gemeinsames Lernziel formuliert zu werden//
wäre für viel Masterarbeiten etc. schön, wenn sie es könnten//
für die normalen Studierenden wäre das Überforderung

Sensoren und Aktuatoren einsetzen

Aktuatoren über geeignete Schnittstellenkarten und LabVIEW ansteuern.

siehe 123

Wichtige Messgeräte erläutern und anwenden

Oszilloskop: Funktion wichtiger Baugruppen erläutern, bei unterschiedlichen Oszilloskopen identifizieren und angemessene Werte einstellen: Kopplung, Verstärkung, Zeitablenkung, Triggertyp und -schwelle.

es gibt noch andere wichtige Messgeräte:// Mediziner muss Messgeräte nicht im Detail kennen viele andere schon: Physiker, ET, Chemiker// Erklärung von digitalen Oszilloskopen wie analoge// analoges Oszilloskop wird zunehmend als Lernziel verschwinden// Braunsche Röhre für Messtechnik nicht mehr relevant // [auf separater Karte] Weitere wichtige Messgeräte Multimeter, Funktionsgenerator, Mikroskop, Federwaage, Messschieber, Wasserwaage, Nonius// Messunsicherheiten für diese Geräte erkennen!

Wichtige Messgeräte erläutern und anwenden

*Messparameter und Daten vom Oszilloskop-Bildschirm
ablesen und im Laborbuch skizzieren/festhalten.*

[Bezug auf den Begriff "festhalten"] nicht mehr relevant//
Screenshot/Ausdruck

Wichtige Messgeräte erläutern und anwenden

Oszilloskop-Messfunktionen (automatisch und mit Cursor) anwenden und Ergebnisse kritisch beurteilen/visuell nachprüfen.

Grundlegende Fertigkeiten beim Aufbau optischer Experimente

Spiegel und Linsen in Halterungen einbauen und auf einem optischen Tisch fixieren.

Pflichtprogramm für alle, die mit Optik arbeiten -> oft im FP wichtig// für alle anderen eher nicht relevant//

Sorgfalt als Lernziel am Bsp. der Optik sehr anschaulich, kann aber auch an anderen Bsp. gelernt werden//

nicht angemessen, Optik so hervorzuheben//

Sorgfalt selbst ist wichtiges allgemeines Lernziel

Grundlegende Fertigkeiten beim Aufbau optischer Experimente

Strahlengang mit Hilfe zweier Spiegel justieren (Beam walking).

zu speziell

Grundlegende Fertigkeiten beim Aufbau optischer Experimente

Eine Linse in einen Strahlengang einbauen.

Optische Achse sollte verstanden werden, aber sehr speziell (Optik hier herausgehoben)

Grundlegende Fertigkeiten beim Aufbau optischer Experimente

Optische Oberflächen reinigen.

s. 128

Sorgfalt

Erkennen, dass Wissen aufeinander aufbaut; dass korrekte, nachgeprüfte, kritisch beurteilte Ergebnisse als Fundament unumgänglich für den Fortschritt der Wissenschaft sind.

s. 133

Sorgfalt

Messungen und Datenanalyse so genau wie nötig oder möglich durchführen, keine Daten erfinden.

Kritikfähigkeit gegenüber eigenen Messdaten//

Fähigkeit, Fehler zuzugeben und daraus Konsequenzen zu ziehen//

gute wissenschaftliche Praxis

Sauberkeit

? Leserliche Schrift, keine Kaffeeflecken im Laborbuch, Abfall wegräumen, Sauberes Arbeiten mit Gefahrstoffen, Aufräumen der Geräte nach dem Versuch, ...

[Überschrift "Sauberkeit" wird ergänzt durch] + Sorgfalt beim Experimentieren//

[Bezug auf den Absatz]ersetzt durch//

2 Sauberkeit und Sorgfalt beim Dokumentieren von Messdaten

Ordnung, Interesse, Selbstlernkompetenz, Ehrgeiz, Disziplin, Gewissenhaftigkeit, Hilfsbereitschaft, Ehrlichkeit, Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit

[Bezug auf den Begriff "Ordnung"] schon erledigt// [Bezug auf den Begriff "Interesse"] s. u.// [Bezug auf den Begriff "Ehrgeiz"] S. 137// [Bezug auf den Begriff "Disziplin"] eher nicht// [Bezug auf den Begriff "Gewissenhaftigkeit"] S. 133// [Bezug auf den Begriff "Hilfsbereitschaft"] s. u.// [Bezug auf den Begriff "Ehrlichkeit"] S. 133// Interesse schaffen// Selbstlernkompetenz - höchstens für erste Semester relevant; eher ein allgemeines Ziel des ganzen Studiums, als spezielles Ziel des Praktikums// Hilfsbereitschaft und Zuverlässigkeit als Bestandteil von Teamfähigkeit// oft elementare Voraussetzung im Praktikum, kein explizites Lernziel von Praktika

Freude

Freude am Experimentieren gewinnen; durch spannende Versuche? indem wir den Studierenden Methoden an die Hand geben, die ihnen helfen, die Welt um sie herum verstehen zu können und Voraussagen zu treffen?

keine Überforderung/keine Unterforderung//

Möglichkeiten für Erfolgserlebnisse schaffen//

Umfeld schaffen, in dem Studierende sich auf das Experimentieren/Praktikum freuen

Ehrgeiz

Ehrgeiz, Messung noch zu verbessern.

wird nicht pauschal unterstützt//

statt dessen-> Messfehler verstehen und minimieren/verkleinern,
wenn nötig//

ggfs. aufsplitten in systematische + statistische Fehler

Einstellungen ändern

Respekt

Respektvoller Umgang mit Mitmenschen

Teamfähigkeit

Mut

Mut, ein Gerät zu bedienen.

[Einfügung vor "Mut"] Gesunden

Selbstbewusstsein, Entscheidungsfreudigkeit

Mit Unsicherheit umgehen, wenn es keinen eindeutigen Lösungsweg gibt; die Wahlmöglichkeit als Chance/Freiheit erkennen, gegebenenfalls Optionen ausprobieren und Ergebnisse vergleichen.

s. Karte 141

Selbstbewusstsein, Entscheidungsfreudigkeit

Mit Unsicherheit umgehen, wenn es zu einem Messergebnis keine Musterlösung/Literaturwert gibt, der bestätigt werden soll. Dann zur bekannten Methode der Beurteilung mittels Unsicherheitsanalyse übergehen, und darauf basierend das MEssergebnis beurteilen.

wird nach unserer Meinung durch Kritikfähigkeit mit abgedeckt

Rücksicht

Rücksicht nehmen auf andere TeilnehmerInnen und auf Geräte durch ...

geht auf in Teamfähigkeit + Sorgfalt beim Experimentieren

Wissenschaftliches Schreiben als Lernmethode

Wissenschaftliches Schreiben als Lernmethode erkennen und anwenden: Sichten von Quellen, exzerpieren, strukturieren, verdichten, ausformulieren von Ideen und Gedanken hilft, neues Wissen zu sammeln, einzuordnen, einzuüben, zu wiederholen.

wird vermutlich alles durch Kommunikationskarten abgedeckt
wird

Physik begreifbar machen, z. B. mit den eigenen Fingern fühlen lassen, was es bedeutet, 2 W Heizleistung in einem Widerstand zu verbraten.

ja [dick unterstrichen]//

Gefühl für Größenordnungen bekommen

*Auseinandersetzung mit misslungenen Experimenten.
Wann ist ein Experiment misslungen? Ist ein Experiment
misslungen, wenn nicht die vorhergesagten Ergebnisse
eintreten?*

s. 141/133 //

ergänzt durch Kritikfähigkeit gegenüber dem Aufbau und dem
Vorgehen beim Experiment

Teilnehmer dazu bringen, mehr als 1 Seite Text am Stück zu lesen ...

[durchgestrichen]

Physikalische Inhalte auf technische und nichtphysikalische Fächer anzuwenden lernen. Zu verstehen, wo Physik praktische Anwendung findet. Verknüpfung mit dem Alltag.

besonders relevant für Nebenfachstudierende!//

wird im Hauptfach eher in der Vorlesung gemacht

Tieferes Verständnis eines Themas, längere und intensivere Auseinandersetzung damit

wird mit unter Selbstlernkompetenz erfasst

lernen, in den Versuchen die richtigen Schwerpunkte zu setzen
(Kalibrierung, Justage vs. viele Messwerte aufnehmen; Messgerät
auswählen vs. richtige Bedienung eines Messgerätes ...)

Auswertung per Hand am Anfang zum Verständnis wichtig!