Co-funded by the European Union

Erasmus+
Enriching lives, opening minds.

EMPOWER

IPN
Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik

IPN | 60 JAHRE

Modellieren im Biologieunterricht mit dem digitalen Tool SageModeler

Moritz Krell, Felicitas Haupts, Kim Eleni Lobner, Ronja Sowinski

IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik, Kiel

IPN | European University Cyprus | SOSCIEATH | University of Cyprus | Radboud Universiteit | Utrecht University | UAB Universitat Autònoma de Barcelona



Bild KI-generiert

Welche Modelle und Aspekte des Modellierens können Sie hier sehen?

Welche Aspekte der Modellierkompetenz behandeln Sie darüber hinaus in Ihrem Unterricht?

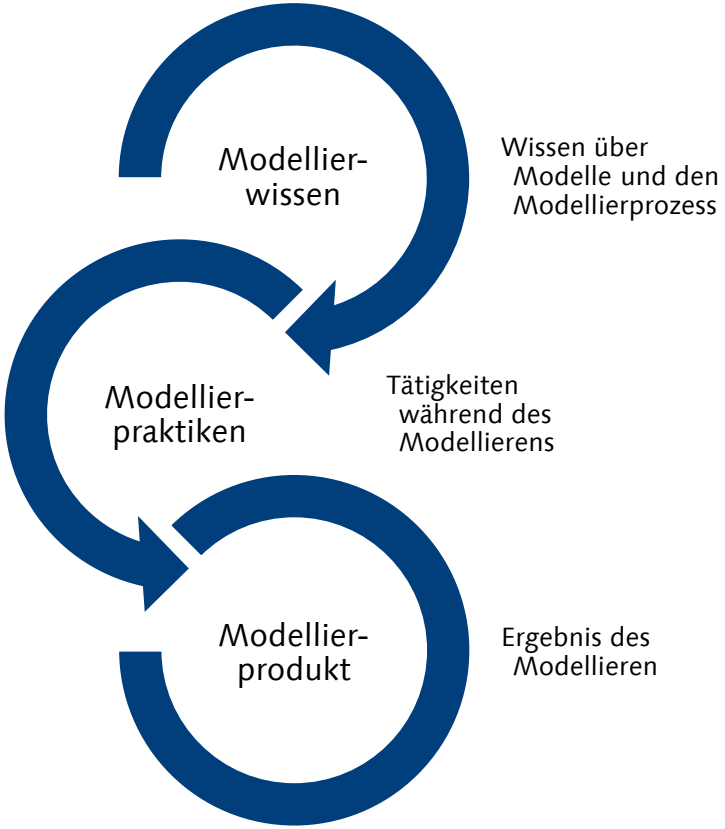
Fahrplan für heute

- Ein wenig Theorie: Aspekte der Modellierkompetenz
- Einblick in unsere Studien
  - Aspekte der Modellierkompetenz in Schulbüchern
  - Aspekte der Modellierkompetenz in Curricula
- Ausprobieren des digitalen Tools SageModeler

Modellierkompetenz

- Fähigkeit & Bereitschaft, naturwissenschaftliche Problemstellungen durch Modellieren zu lösen
- Modellieren: Entwicklung, Einsatz & Reflexion von Modellen

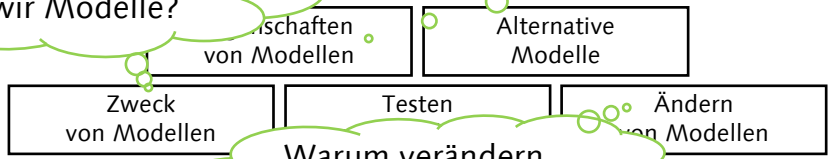
(Krüger & Upmeier zu Belzen, 2021)



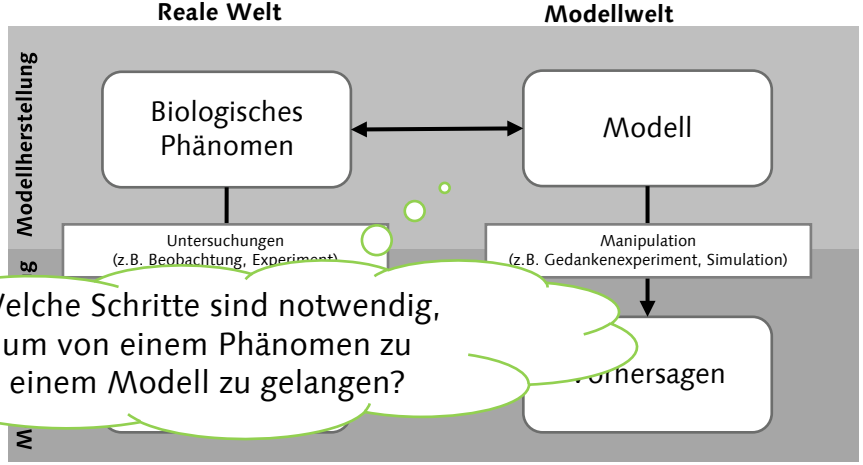
Modellierwi

Müssen Modelle dem Original gleichen?

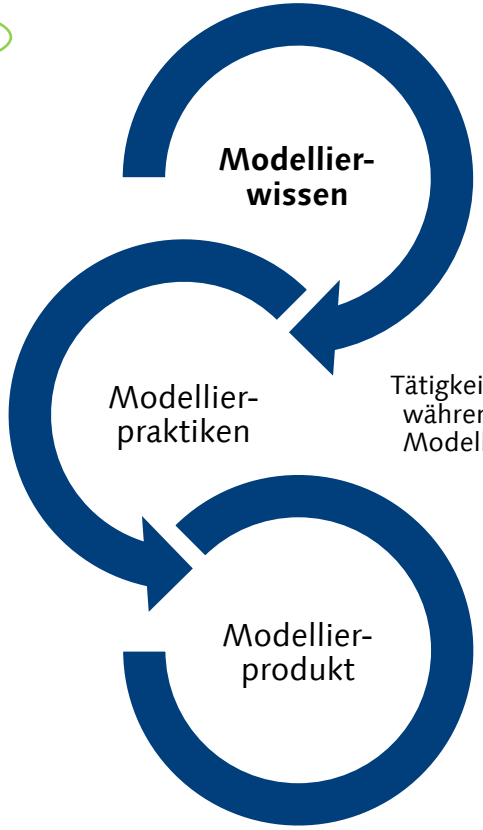
Wofür brauchen wir Modelle?



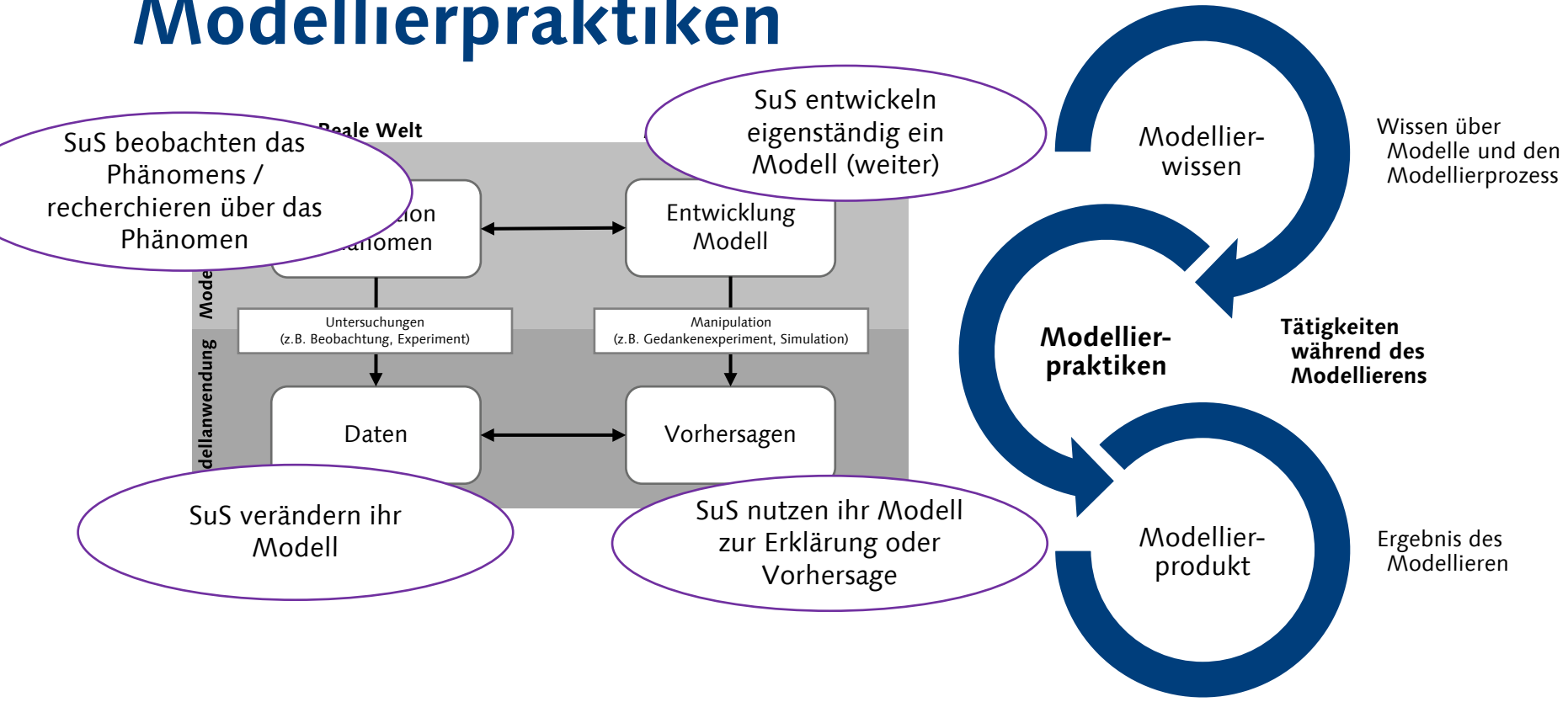
Warum verändern sich Modelle?



Welche Schritte sind notwendig, um von einem Phänomen zu einem Modell zu gelangen?



Modellierpraktiken



Modellierprodukt

Was ist das Thema des Modells?

Vierschritt der Modellauswertung

1. **Orientierung**
2. **Modellbeschreibung**
3. **Modellerklärung**
4. **Modellbeurteilung**

Welche Elemente werden wie dargestellt?

Wo hat das Modell Grenzen?

Wie sind die dargestellten Kernaussagen zu erklären?

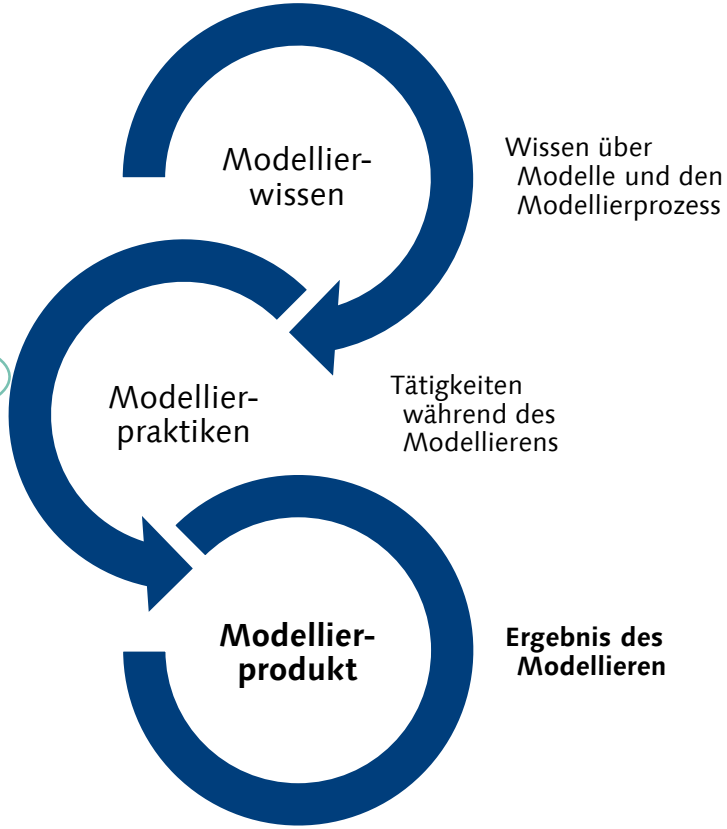




Bild KI-generiert

Welche Modelle und Aspekte des Modellierens können Sie hier sehen?

Welche Aspekte der Modellierkompetenz behandeln Sie darüber hinaus in Ihrem Unterricht?

Modellierkompetenz in den Bildungsstandards



Sekundarstufe I

E 4: Erklärend und voraussagend modellieren
Die Lernenden…

- E 4.1 modellieren mögliche Erklärungen für biologische Phänomene;
- E 4.2 prüfen aus Modellen abgeleitete Hypothesen mit qualitativen und quantitativen Daten auch mit digitalen Werkzeugen;
- E 4.3 beurteilen die Gültigkeit von Modellen für das Erklären und Voraussagen biologischer Phänomene, auch mit Bezügen zu Basiskonzepten.

Sekundarstufe II

2.2.2 Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen

Die Lernenden …

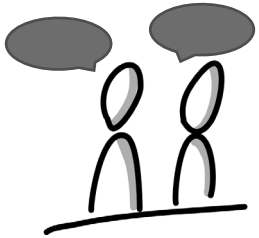
- E 4 planen und führen hypothesengeleitete Beobachtungen, Vergleiche, Experimente und Modellierungen durch und protokollieren sie;
- E 5 berücksichtigen bei der Planung von Beobachtungen, Vergleichen, Experimenten sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge;
- E 6 berücksichtigen die Variablenkontrolle beim Experimentieren;
- E 7 nehmen qualitative und quantitative Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus;
- E 8 wenden Labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.

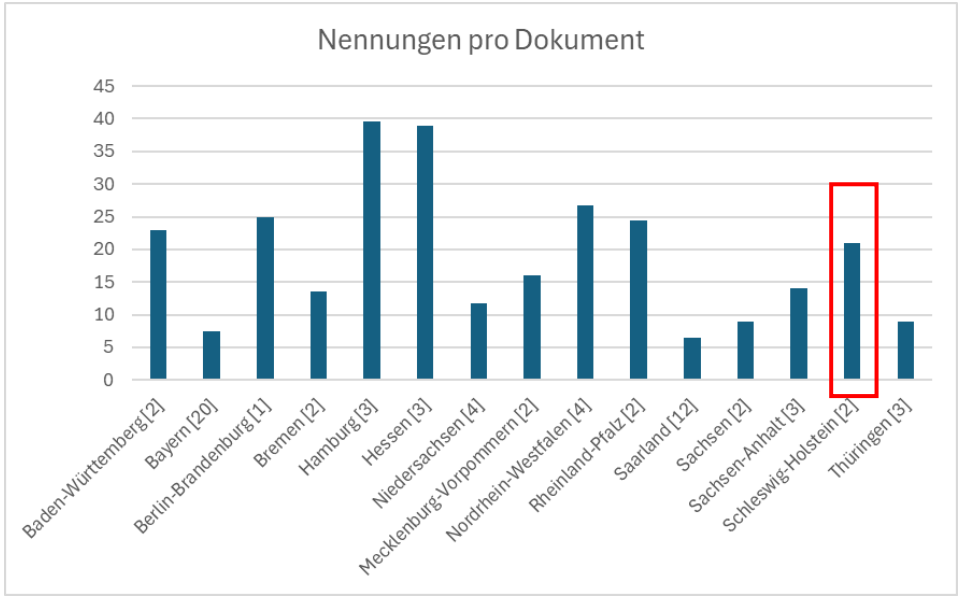
Analyse deutscher Curricula im Fach Biologie

„Wie viel Modellierkompetenz steckt in unseren Curricula?“

Basis für Unterricht: das Curriculum

Was meinen Sie, wie viel „Modell“ steckt im Curriculum? In welchen Kompetenzbereichen?





Modellieren im Curriculum

Schleswig-Holstein: 2 Dokumente für Sekundarstufe

2014



2023

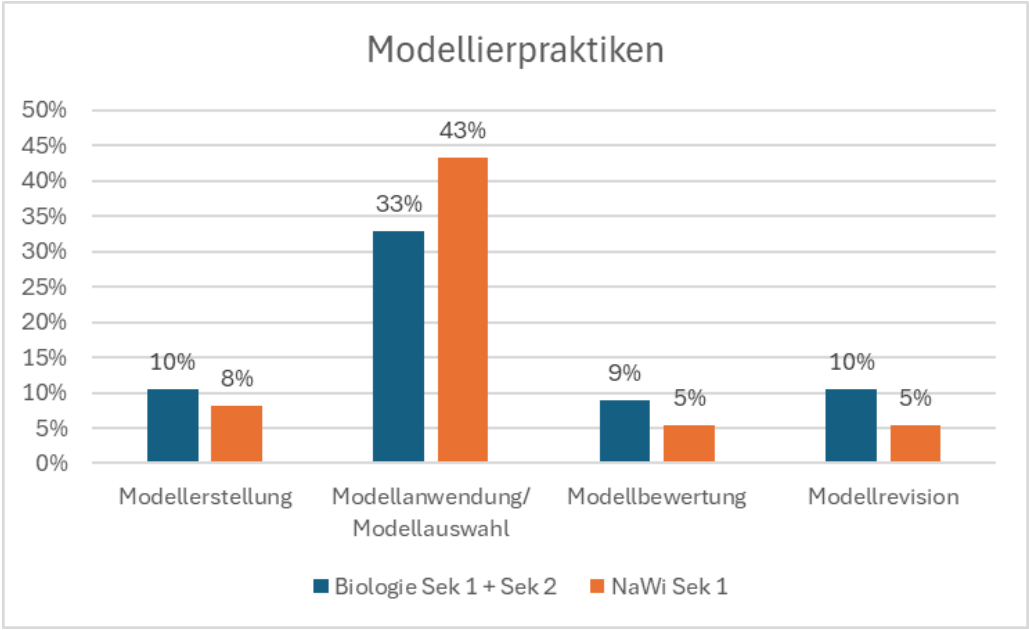


Modellierpraktiken – Aspekte im Fokus

„Die Lernenden können selbst Modelle entwickeln, um ein Phänomen zu veranschaulichen und Erklärungen zu finden.“ (Biologie, Sek II, Erkenntnisgewinnungskompetenz)

„Die Schülerinnen und Schüler können passende Modelle für eine Fragestellung auswählen und anwenden.“ (Biologie, Sek I, Erkenntnisgewinnung)

„Die Schülerinnen und Schüler können die Grenzen eines Modells im Rahmen einer Fragestellung erkennen und Veränderungen am Modell vornehmen.“ (Biologie, Sek I & Sek II, Erkenntnisgewinnungskompetenz)



Genannte Modelle

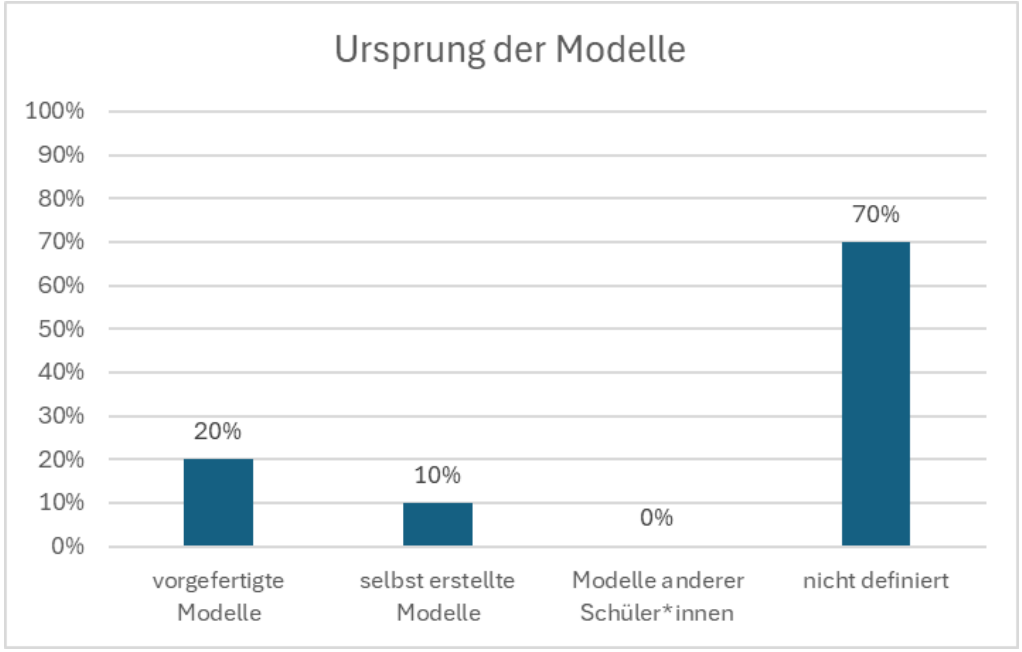
Biologie Sek 1 + Sek 2

- Struktur, Funktions- & Denkmodelle
- Flüssig-Mosaik-Modell
- Energetisches Modell der Lichtreaktionen
- Energetisches Modell der Atmungskette
- Ökologische Nische als multidimensionales Modell
- Operon-Modell

NaWi Sek 1

- Teilchenmodelle
- Strahlenmodell (Licht)
- Atommodell nach Dalton
- Kommunikationsmodelle
- Bindungsmodelle
- Kern-Hülle-Modell, Schalenmodell, Energiestufenmodell

Ursprung des Modells



Schlussfolgerungen

- Nicht alle Teile der Modellierkompetenz gleich stark durchs Curriculum gefordert
- Modellieren als wenig klar definierte wissenschaftliche Praxis

Analyse von Schulbüchern aus dem Fach Biologie (Sek II)

„Wie viel Modellierkompetenz steckt in unseren Schulbüchern?“

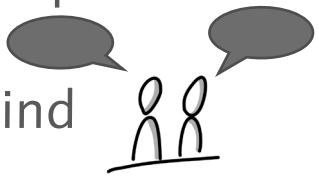
Modellierkompetenz in Schulbüchern





Blättern Sie gedanklich durch Ihr Schulbuch:

- Nennen Sie eine Aufgabe zur Modellierkompetenz, die Ihnen spontan einfällt.
- In welchen Themenbereichen sind Modelle prominent vertreten?



Modellierkompetenz in Schulbüchern

a) Baue ein Modell des Auges mit dem vorhandenen Material nach der Anleitung.
b) Verbessere dein selbst gebautes Modellauge mit einer Sammellinse. (Sek 1, Klasse 5/6)

„Ein Modell ist immer unvollständig“. Nehmen Sie anhand des Flüssig-Mosaik- und des Fence-Modells Stellung zu dieser Behauptung. (Sek 2)

a) Überlege, welche Teile das Modell einer Pflanzenzelle enthalten muss. Wähle geeignetes Material und klebe es zusammen.
b) Erkläre, welche Unterschiede dein Modell im Vergleich zur wirklichen Zelle aufweist.
c) Was kann dein Modell veranschaulichen? (Sek 1, Klasse 7/8)

Stellen Sie anhand der Abbildung eine Hypothese hinsichtlich der Wirkung von Miraculin auf. (Abb. C) (Sek 2)

Recherchieren Sie die Entstehung und Entwicklung des Modells der planetaren Belastungsgrenzen und stellen Sie die Ergebnisse Ihrer Lerngruppe in geeigneter Form vor. (Abb. A) (Sek 2)

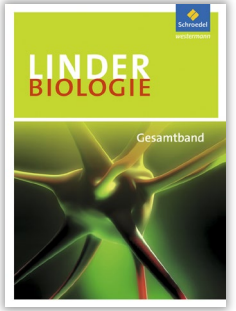
Modellierkompetenz in Schulbüchern

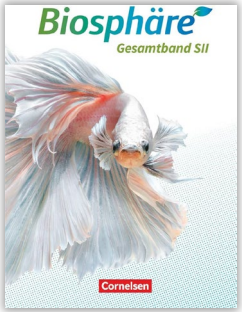
Analyse von 6 gesamtdeutschen Schulbüchern (Sek 2)

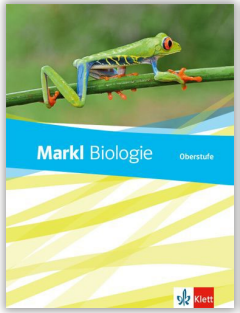
1. Bildungsstandards
2. Dimensionen der Modellierkompetenz: Modellwissen, Modellierprozess, Modellierprodukt
3. Anforderungsbereiche
4. Ursprung des Modells
5. Themenbereiche









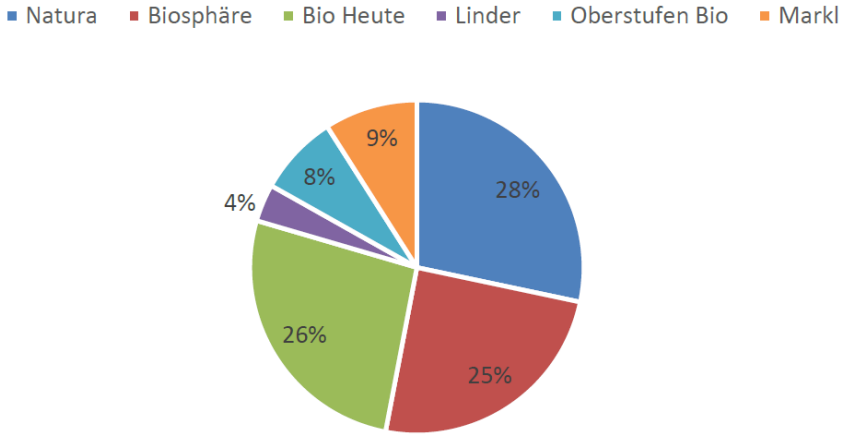




Modellierkompetenz in Schulbüchern

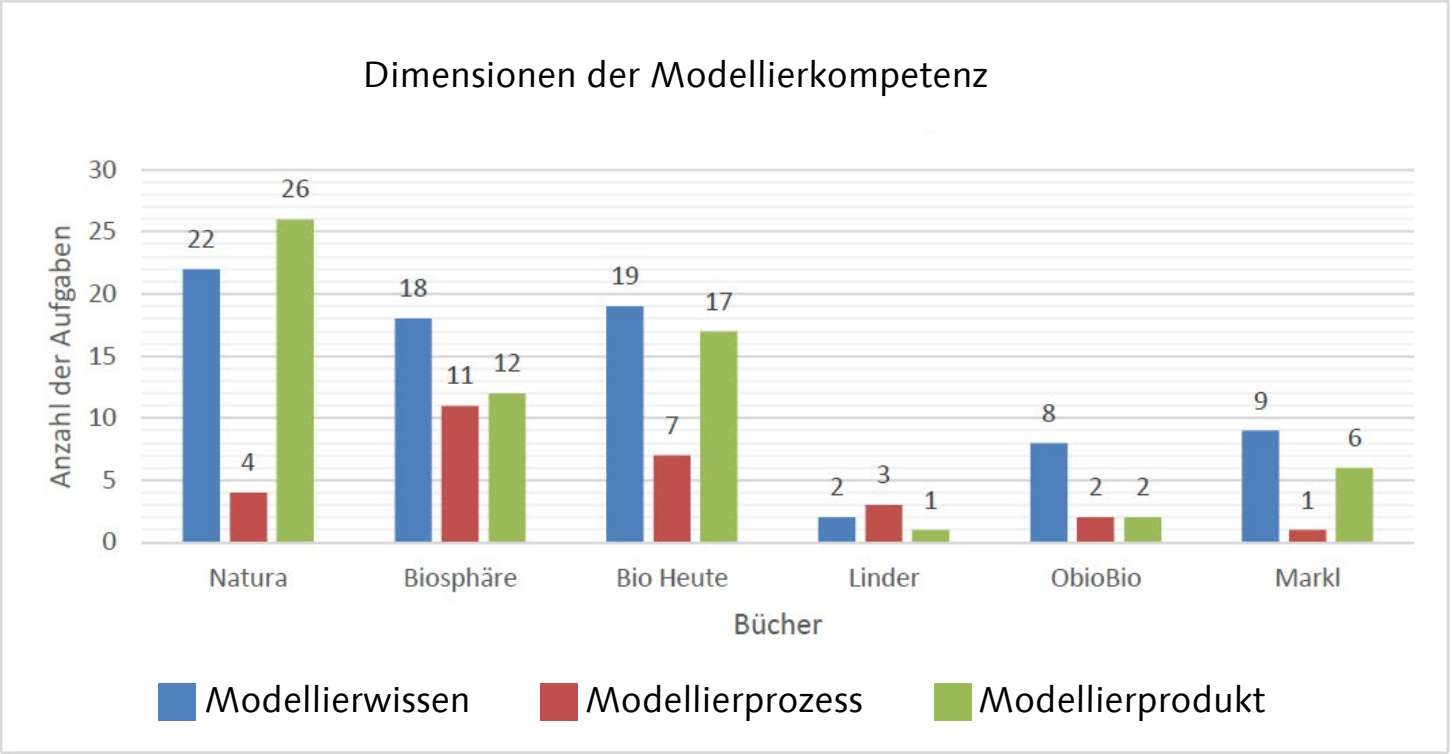
In sechs deutschen Schulbüchern wurden insgesamt **166** Aufgaben gefunden, die einen Bezug zur Modellierkompetenz haben

Aufgabenanteil der einzelnen Bücher (Stichprobe)

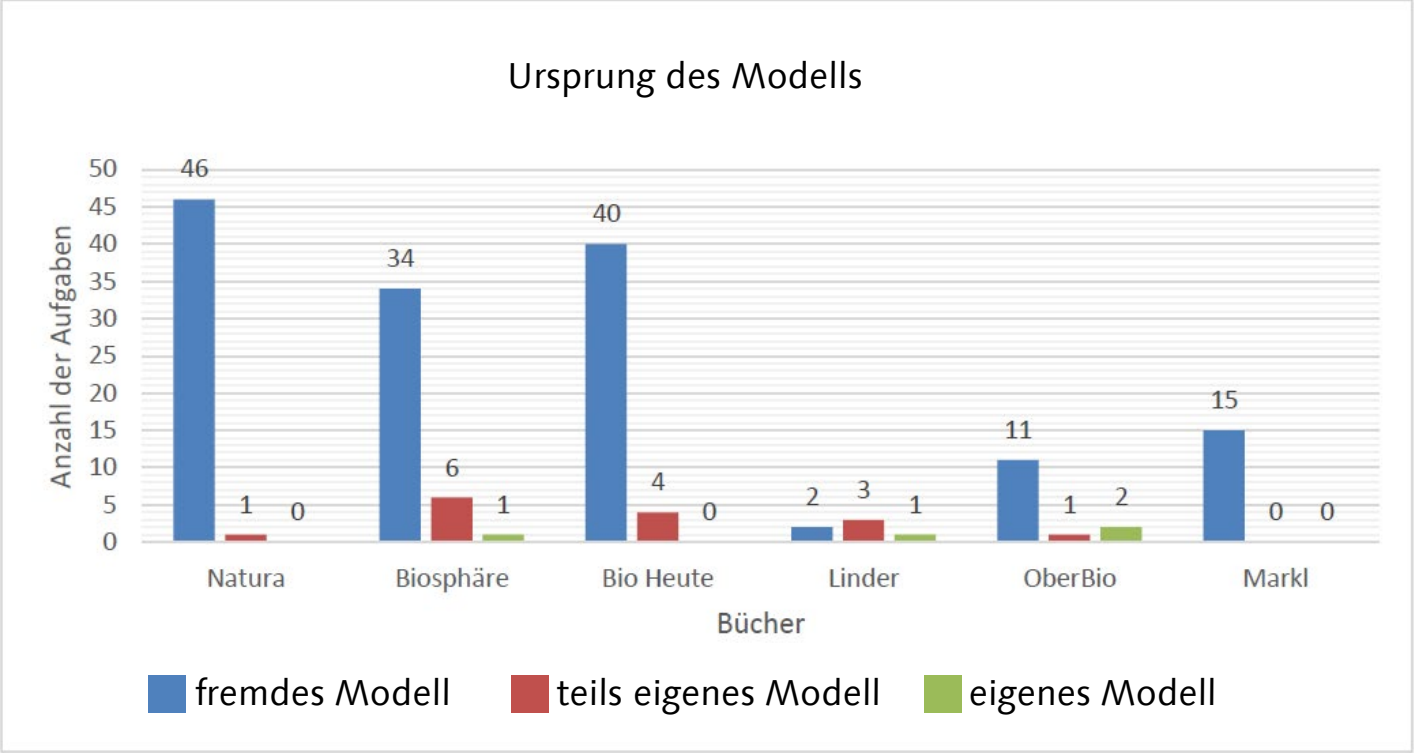


Biologie Oberstufe	13 Aufgaben
Biosphäre Sek 2	41 Aufgaben
Natura Biologie	47 Aufgaben
Markl Biologie	15 Aufgaben
Linder	6 Aufgaben
Biologie Heute	44 Aufgaben

Dimensionen der Modellierkompetenz



Ursprung des Modells



Themenbereiche

- Unterthemen, die besonders hervorstechen:
  - Biomembranen
  - Flüssig-Mosaik-Modell
  - Klimamodelle
  - Bergmann‘sche & Allen‘sche Regel
  - Out-of-Africa Theorie
  - Operon-Modell

Themen-bereich	Natura	Biosphäre	BioHeute	Linder	OberBio	Markl	Gesamt
Zellbiologie	21	6	9	0	3	6	43,5
Stoffwechsel	6	9	12	0		2	30,5
Neurobiologie	5	8	10	1	1	2	27
Ökologie	3	11	6	4	2	0	26
Evolution	8	3	4	1	2	3	21
Genetik	4	4	3	0	5	2	18

Schlussfolgerungen

- Aspekte der Modellierkompetenz werden unterschiedlich stark berücksichtigt
- bei 88% der Aufgaben arbeiten die SuS mit „fremden“ Modellen

Take Home Messages

Curriculumsanalyse

- Übersicht aktuell nur auf Ebene der Curricula der Länder/des Bundes
- Berücksichtigung aller Aspekte der Modellierkompetenz im schulinternen Curriculum
- Beschreibungen teilw. etwas unklar

Schulbuchanalyse

- in den Schulbüchern werden nicht alle Dimensionen der Modellierkompetenz gleichermaßen abgedeckt
- Wenig Arbeit mit eigenen Modellen
- Aufgaben lassen sich anpassen

Das können wir besser!
– das Projekt EMPOWER

EMPOWER = Empowering Teachers for Science Learning through modelling-based Approaches

- Internationales Projekt (ERASMUS+)
- Gemeinsam mit Lehrkräften entwickeln wir Materialien zum Modellieren in den naturwissenschaftlichen Fächern
- Beteiligte Länder: Deutschland, Niederlande, Spanien & Zypern

Das können wir besser!
– das Projekt EMPOWER

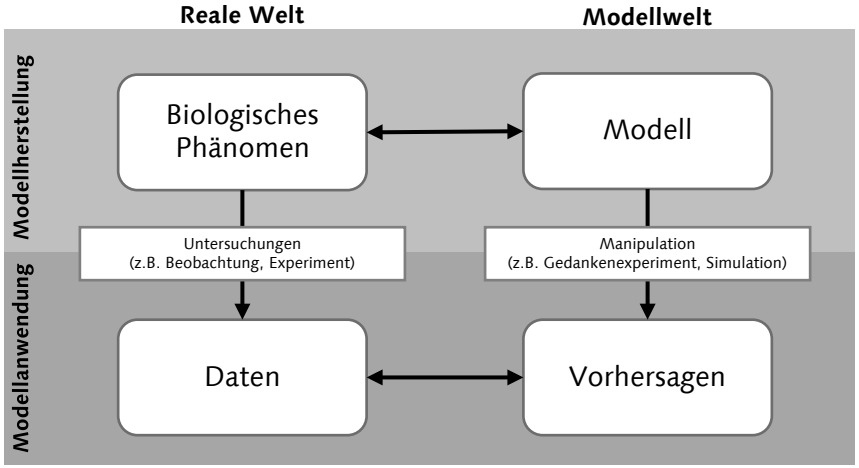
EMPOWER = Empowering Teachers for Science Learning through modelling-based Approaches

- Internationales Projekt (ERASMUS+)
- Gemeinsam mit Lehrkräften entwickeln wir Materialien zum Modellieren in den naturwissenschaftlichen Fächern
- Beteiligte Länder: Deutschland, Niederlande, Spanien & Zypern

Heute: Digitales Modellieren mit SageModeler

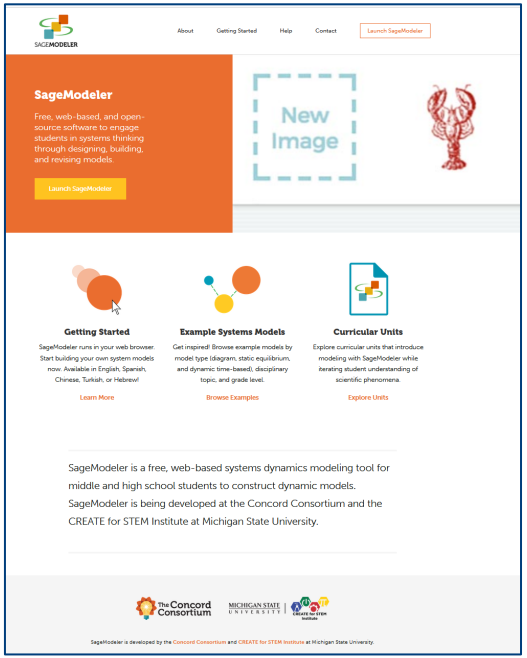
Warum digitales Modellieren?

- Materielle Modelle ermöglichen das Verstehen von Strukturen und Zusammenhängen. (→ Medien)
- Herausfordernd ist das Ableiten von Vorhersagen.



SageModeler

- kostenloses, webbasiertes Open-Source-Tool
- Modellierung von Zusammenhängen zwischen Variablen
- Einfache Drag-and-Drop-Bedienung
- Berechnung und Visualisierung von Modell-Outputs (Simulation)

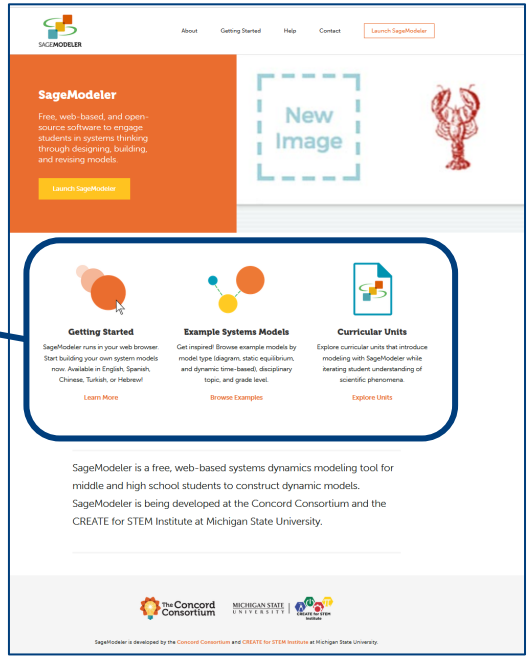


https://sagemodeler.concord.org/

SageModeler

- Einführung (Englisch)
- Fertige Modelle (Englisch)
- Lerneinheiten (Englisch)

- Entwicklung eigener Modelle (auch auf Deutsch)

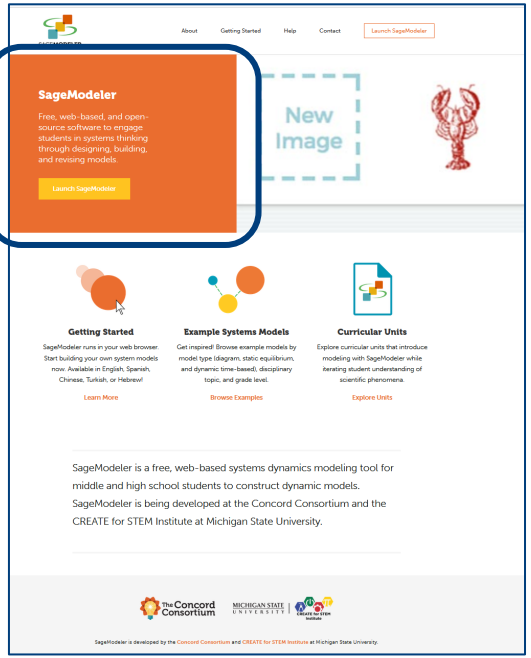


https://sagemodeler.concord.org/

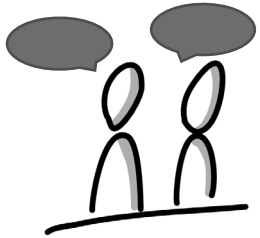
SageModeler

- Einführung (Englisch)
- Fertige Modelle (Englisch)
- Lerneinheiten (Englisch)

- Entwicklung eigener Modelle (auch auf Deutsch)



https://sagemodeler.concord.org/



Übung

Um sich näher mit SageModeler vertraut zu machen, erstellen Sie bitte folgendes Modell:

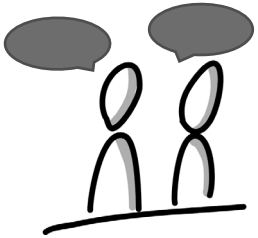
Thema: Temperaturabhängigkeit der Enzymaktivität

Variablen:

- Temperatur
- Häufigkeit der Molekül-Kollisionen
- Stabilität des Enzymmoleküls
- Enzymaktivität

Sie können weitere Variablen hinzufügen. In dieser Übung geht es jedoch nicht darum, ein detailliertes Modell der Temperaturaktivität zu entwickeln, sondern darum, sich mit SageModeler vertraut zu machen.

Probieren Sie daher eher die Funktionen von SageModeler aus.



Übung

Um sich näher mit SageModeler vertraut zu machen, erstellen Sie bitte folgendes Modell:

Thema: Temperaturabhängigkeit der Enzymaktivität

Variablen:

- Temperatur
- Häufigkeit der Molekül-Kollisionen
- Stabilität des Enzymmoleküls
- Enzymaktivität

Zur Starthilfe

Welche Variablen beeinflussen welche? Überlegen Sie, welche Variablen unabhängig und welche abhängig sind.

Erklärvideo

Hilfekarten

Sie können weitere Variablen hinzufügen. In dieser Übung geht es jedoch nicht darum, ein detailliertes Modell der Temperaturaktivität zu entwickeln, sondern darum, sich mit SageModeler vertraut zu machen.

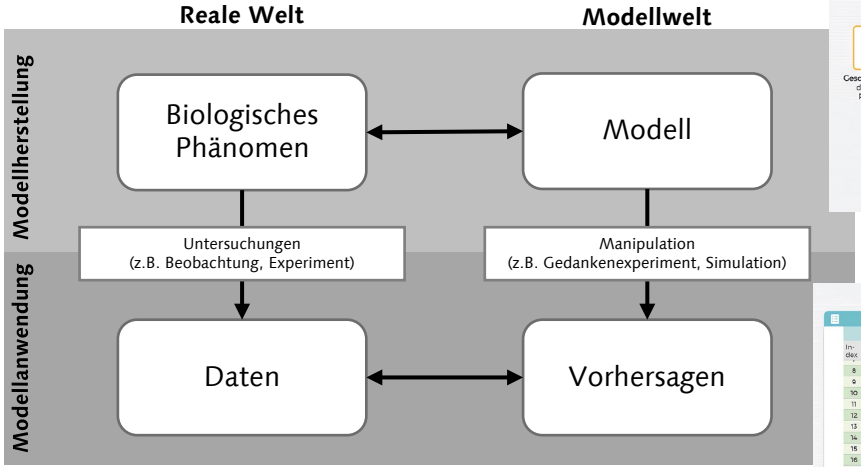
Probieren Sie daher eher die Funktionen von SageModeler aus.

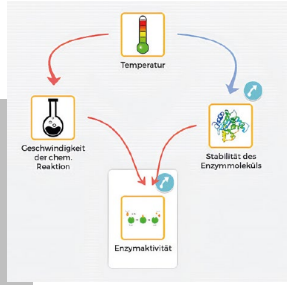
Erfahrungsaustausch

- Welche Schwierigkeiten sind bei der Arbeit mit SageModeler aufgetreten?
- Welche offenen Fragen bestehen?
- Welche Potenziale sehen Sie für SageModeler in Ihrem Biologieunterricht?

Erfahrungsaustausch









https://tetfolio.fu-berlin.de/web/1917058

https://sagemodeler.concord.org/app/?lang=de#shared=https%3A%2F%2Fcfm-shared.concord.org%2FLbERS0RTuGsJRzbBefxz%2Ffile.json

Ressourcen

Über diesen Link haben Sie Zugriff auf die Präsentation sowie praxisbezogene Veröffentlichungen zum digitalen Modellieren mit SageModeler:

https://cloud.rz.uni-kiel.de/index.php/s/PFPT9yYDBY5xeSm

Rückmeldung zum Webinar

Bitte geben Sie uns kurz eine Rückmeldung zum Webinar (das dauert nur wenige Minuten).

https://umfrage.leibniz-ipn.de/index.php/935275

Einladung

Digitaler Modellier-Stammtisch Biologie

- regelmäßige Treffen und Sprechstunden
- Diskussion über z. B. Material & Durchführung
- gemeinsame Materialentwicklung mit Fokus auf Ihre individuellen Bedarfe
- Gemeinsam erreichen wir mehr!

Erstes Treffen am 16.11., 15:00-16:30 Uhr (online)

Interesse? Tragen Sie hier gerne Ihre Kontaktdaten ein!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Empower-Webseite:
https://empower-modelling.eu/de

deutsche
Curriculumsanalyse

@ipn_Kiel@social.bund.de

@ipn_kiel

Quellen

Schulbücher

Baller, C., Bickel, H., Dienel, S., … Stiehm, M. (2022). Natura Oberstufe. Gesamtband. Ernst Klett Verlag.

Bresler, S., Heppmann, B., Hörter, C., … Schröder, W. (2011). Natur und Technik. Naturwissenschaften. Differenzierende Ausgabe. Cornelsen.

Budde, J., Dröge, E., Esders, S., … Werner, K.-H. (2011). Natur und Technik. Biologie. Differenzierende Ausgabe. Cornelsen.

Westendorf-Bröring, E.; Walory, M. (2025). Biologie Heute. Gesamtband S II. Westermann.