

Infektionsdynamiken verstehen
Understanding Infection Dynamics

Parameter Tool (Epic für Minilabs)

Version 2.3.0

19.09.2025

Prof. Dr. Andreas Heinz

Boris Dominic Rausch

Lizenz CC BY 4.0

Epic A: Parameter-Tool für Einsteiger:innen (School-Mode)

Als Lernende:r im School-Mode möchte ich mit einfachen Reglern spielerisch erste Parameter verändern und dadurch das Chart steuern, damit ich die Lernreise beginnen und den Hinweisen des Coaches folgen kann, ohne durch komplexe Formeln oder zu viele Kennzahlen überfordert zu werden.

Epic B: Parameter-Tool für Fortgeschrittene (University-Mode)

Als Lernende:r im University-Mode möchte ich mit allen Reglern, Formeln und Kennzahlen arbeiten, das Chart gezielt beeinflussen und die Aufgaben des Coaches explorativ lösen, damit ich die mathematischen Kopplungen der Modelle verstehen, KPIs interpretieren und die Lernreise auf wissenschaftlicher Ebene fortsetzen kann.

Gemeinsame Leitidee beider Epics

- Das Parameter-Tool funktioniert erst einmal für sich alleine.
- Es ist ein vollständig eigenständiges Increment: mit Reglern, Formeln, KPIs, Pulse.
- Es ist nicht darauf angewiesen, dass ein Chart daneben existiert.
- Aber: Es liefert Events, die später von anderen Epics (z. B. Chart-Tool, Vector-Tool) aufgegriffen werden können.
- Damit wird klar: *„Ich kann das Tool standalone nutzen, und gleichzeitig ist es anschlussfähig für die Gesamt-Lernreise.“*

Gemeinsame Leitidee (präzisiert)

- Das Parameter-Tool ist der Startpunkt der Lernreise: hier wird das „Versprechen“ eingelöst, dass Lernende selbst Regler bewegen und sofort Rückmeldungen erhalten.
- Es ist nicht nur ein Rechenkasten, sondern das didaktische Einfallstor in die Minilabs.
- Das Tool funktioniert vollständig eigenständig – Regler, Formeln, KPIs und Pulse sind direkt erlebbar, auch ohne Chart.
- Zugleich ist es anschlussfähig: die erzeugten Events können in weiteren Epics (z. B. Chart-Tool, Vector-Tool) genutzt werden, um das Erlebnis auszubauen.
- Alles Weitere – Kurvenverläufe, Visualisierungen, Coach-Hinweise – wird in nachgelagerten Epics ergänzt.

1. Epic-Beschreibung (Kapitel 1)

- **User Story-Epic**

Als Lernende und Lehrende möchte ich ein eigenständig lauffähiges Parameter-Tool nutzen können, das die zentralen epidemiologischen Modellparameter (D , γ , β , R_0) algebraisch korrekt koppelt und mir deren wechselseitige Abhängigkeiten sichtbar macht. So kann ich direkt beim Ziehen der Regler verstehen, wie diese Größen zusammenhängen, ohne dass ich mich durch komplexe Differentialgleichungen oder zeitabhängige Simulationen arbeiten muss.

- **Scope**

Das Parameter-Tool deckt ausschließlich die algebraischen Kopplungen der Parameter ab. Es stellt Regler, Formeln und Kennwerte bereit, die sofort auf Änderungen reagieren. Nicht Teil des Tools sind zeitliche Integration, Differentialgleichungs-Löser oder die Visualisierung von Kurvenverläufen. Dafür sind andere Module wie das Chart-Tool zuständig.

- **Zentrale Eigenschaften**

- **Standalone:** läuft isoliert, bringt sein eigenes CSS und JS mit, benötigt keine globalen Abhängigkeiten.
- **Selbstständig:** mountet sich automatisch in den Ziel-Container (`#parameter-tool`).
- **Kopplungsfähig:** sendet Events an andere Inkremente (z. B. Chart-Tool, Vector-Tool, Live-KPI-Tool) und kann so in die Minilabs integriert werden.
- **Algebraisch:** bildet die Kernformeln der Modelle ab (z. B. $R_0 = \frac{\beta}{\gamma}$, $\gamma = \frac{1}{D}$).
- **Erweiterbar:** unterstützt SIR, SEIR ($\sigma \leftrightarrow L$), SIS, SIRD (μ), SIRV (v) und künftige Modellvarianten.
- **i18n:** funktioniert zweisprachig (DE/EN) mit Fallbacks und JSON-basierter Überschreibung.

- **Didaktische Leitidee**

- **School-Mode:** reduziert auf wenige, leicht verständliche Regler ohne Formeln – für Einsteiger:innen.
- **University-Mode:** vollständiger Funktionsumfang mit Controls-Ansicht, Formel-Ansicht (Symbolformeln + live eingesetzte Zahlen), erweiterten KPIs (R_0 , R_{eff} , HIT, T_2 , N) und Pulse-Highlighting algebraischer Kopplungen.
- So erfüllt das Tool die **doppelte didaktische Rolle:** niedrigschwelliger Zugang für Schul-Settings und tiefgehende, formelbasierte Analyse für Universitäts-Settings

Kapitel 2 – User Story: D und γ (Krankheitsdauer \leftrightarrow Genesungsrate)

Einführung

Die Krankheitsdauer D und die Genesungsrate γ sind zwei zentrale Parameter des SIR-Modells. Sie stehen in einer direkten, reziproken Beziehung:

$$\gamma = \frac{1}{D}$$

Wenn Lernende den Regler für D verschieben, ändert sich γ sofort entsprechend. Umgekehrt zeigt das Tool, dass eine Änderung von γ die Krankheitsdauer beeinflusst. Diese Beziehung bildet den didaktischen Einstieg in die algebraische Kopplung der Parameter und ist besonders anschaulich, da sie unmittelbar verständlich ist: eine kurze Krankheitsdauer bedeutet eine hohe Genesungsrate – und umgekehrt.

Akzeptanzkriterien

- Ein Slider für D (Krankheitsdauer in Tagen) ist verfügbar.
- Änderungen am D -Slider passen den Wert von γ automatisch an.
- In der Formel-Ansicht wird die Beziehung $\gamma = 1/D$ symbolisch angezeigt.
- Zusätzlich werden die eingesetzten Werte live berechnet und dargestellt (z. B. $\gamma = 1/13,0 = 0,0769/d$).
- Beim Schieben von D wird die abhängige Größe γ kurz visuell hervorgehoben (Pulse-Highlight).
- Events werden ausgelöst (idv:param:change, idv:params:update), sodass externe Tools (Chart-Tool, Vector-Tool) die Änderung mitbekommen.

Didaktischer Kommentar

Die Kopplung zwischen D und γ ist für Lernende der erste Berührungspunkt mit der algebraischen Logik der Infektionsmodelle. Sie zeigt unmittelbar, wie ein scheinbar einfacher Parameter (die Krankheitsdauer in Tagen) in eine Rate übersetzt wird.

Diese Reziprozität ist intuitiv zugänglich und vermittelt: jedes Modell baut auf klaren mathematischen Beziehungen auf. Im School-Mode wird D oft als alleiniger Lernparameter belassen, um Komplexität zu reduzieren. Im University-Mode lernen Studierende, dass γ aus D folgt und in allen weiteren Berechnungen (z. B. R_0) eine Rolle spielt.

Kapitel 3 – User Story: β , γ und R_0 (Infektionsrate \leftrightarrow Genesungsrate \leftrightarrow Basisreproduktionszahl)

Einführung

Die Infektionsrate β , die Genesungsrate γ und die Basisreproduktionszahl R_0 bilden das algebraische Dreieck des SIR-Modells. Ihre Beziehung lässt sich in der kompakten Formel ausdrücken:

$$R_0 = \frac{\beta}{\gamma}$$

Damit wird klar: Verändert man die Infektionsrate β oder die Genesungsrate γ , so verändert sich unmittelbar auch die Basisreproduktionszahl R_0 . Lernende erkennen so, dass R_0 nicht ein „mystischer Wert“ ist, sondern direkt aus den zugrunde liegenden Parametern berechnet wird.

Akzeptanzkriterien

- Es sind Slider für β und γ verfügbar.
- Änderungen von β oder γ passen den Wert von R_0 automatisch an.
- In der Formel-Ansicht wird die Beziehung $R_0 = \frac{\beta}{\gamma}$ symbolisch angezeigt.
- Zusätzlich werden die eingesetzten Werte live berechnet und dargestellt (z. B. $R_0 = 0,30/0,10 = 3,0$).
- Beim Schieben eines Reglers werden die abhängigen Größen (z. B. R_0) durch ein visuelles Pulse-Highlight hervorgehoben.
- Die Events (idv:param:change, idv:params:update) werden korrekt ausgelöst, sodass externe Visualisierungen (z. B. Chart-Tool, Vector-Tool) auf Änderungen reagieren können.

Didaktischer Kommentar

Das algebraische Dreieck β – γ – R_0 ist der Kern des Verständnisses epidemiologischer Modelle. Es verdeutlicht, dass die Basisreproduktionszahl kein isolierter Parameter ist, sondern das Verhältnis zweier fundamentaler Größen beschreibt.

Für Lernende bedeutet dies: Sie können durch aktives Experimentieren direkt nachvollziehen, wie eine Verkürzung der Krankheitsdauer (höheres γ) oder eine höhere Infektionsrate (höheres β) die Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Krankheit beeinflussen.

Im School-Mode wird R_0 oft als gegeben angenommen und nur in seinen Auswirkungen betrachtet. Im University-Mode wird die Berechnung aus den Parametern sichtbar gemacht –

inklusive live eingesetzter Werte und Pulse-Highlight, die die wechselseitige Kopplung deutlich machen.

Kapitel 4 – User Story: Formel-Ansicht mit eingesetzten Zahlen

- Einführung: Motivation für Algebra in Echtzeit
- Akzeptanzkriterien: eine Zeile, Symbol + Zahlen, Snap-Scaling, Pulse im Bruch
- Didaktik: Algebra sichtbar und begreifbar

Kapitel 4 – User Story: Formel-Ansicht mit eingesetzten Zahlen

Einführung

Die Formel-Ansicht erweitert das Parameter-Tool um eine didaktische Darstellung, die Algebra in Echtzeit erlebbar macht. Jede Formel zeigt nicht nur die abstrakte Symbolschreibweise, sondern setzt gleichzeitig die aktuellen Werte der Regler ein.

So wird z. B. aus der Gleichung

$$R_0 = \frac{\beta}{\gamma}$$

in der Ansicht unmittelbar

$$R_0 = \frac{0,30}{0,10} = 3,0$$

Wenn Lernende an einem Slider ziehen, aktualisieren sich die eingesetzten Zahlen sofort und machen damit die algebraischen Kopplungen sichtbar.

Akzeptanzkriterien

- Jede Formelzeile wird in einer Zeile dargestellt, ohne Umbrüche.
- Die Formel zeigt die Symbolschreibweise und daneben die eingesetzten Zahlen.
- Snap-Scaling stellt sicher, dass die Zeile auch bei geringer Breite lesbar bleibt, ohne zu flackern.
- Beim Schieben eines Reglers wird die abhängige Zahl im Bruch oder im Produkt visuell hervorgehoben (Pulse-Highlight).
- Events (idv:param:change, idv:params:update) sorgen dafür, dass auch externe Visualisierungen die Änderungen mitbekommen. ´

Didaktischer Kommentar

Die Formel-Ansicht ist der didaktische Höhepunkt des Tools: Lernende sehen Algebra nicht mehr nur als abstrakten Code, sondern als lebendigen Mechanismus.

Das Einsetzen von Zahlen macht sichtbar, wie mathematische Strukturen funktionieren, und senkt die kognitive Hürde, komplexere Gleichungen zu verstehen.

Durch das Pulse-Highlight wird zusätzlich verdeutlicht, welche Werte gerade aktiv beeinflusst wurden. Damit eignet sich die Formel-Ansicht ideal, um algebraisches Denken mit interaktivem Lernen zu verbinden – ein Kernziel der Minilabs im University-Mode.

Kapitel 5 – User Story: KPIs (R_0 , $R_{eff}(0)$, HIT, T_2 , N)

Einführung

Neben den Reglern und Formeln bietet das Parameter-Tool eine Sammlung von Key Performance Indicators (KPIs), die Lernenden sofort eine kompakte Rückmeldung über die aktuelle Einstellung geben.

Die wichtigsten Kennzahlen sind:

- R_0 – Basisreproduktionszahl, berechnet aus β und γ .
- $R_{eff}(0)$ – effektive Reproduktionszahl zu Beginn, angepasst durch Maßnahmen und Suszeptiblen-Anteil.
- HIT – Herdenschutz-Schwelle, zeigt den Anteil Immunisierter, ab dem die Ausbreitung gestoppt wird.
- T_2 – Verdopplungszeit (oder Halbierungszeit), vermittelt das Tempo der Ausbreitung.
- N – Gesamtbevölkerung als Bezugsgröße.

Diese KPIs verbinden die abstrakten Formeln mit einer intuitiv greifbaren Interpretation: Sie beantworten die Frage, „was bedeutet das für die Dynamik einer Epidemie?“

Akzeptanzkriterien

- KPIs werden in kompakten Karten dargestellt, die immer sichtbar sind, unabhängig davon, ob Accordion-Panels geöffnet oder geschlossen sind.
- R_0 wird korrekt aus β und γ berechnet.
- $R_{eff}(0)$ berücksichtigt Maßnahmen (School: $R_0 \cdot (1 - m)$, University: $R_0 \cdot (1 - m) \cdot S_0/N$).
- HIT wird angezeigt, wenn $R_0 > 1$, sonst „—“.
- T_2 wird angezeigt, wenn $r_0 > 0$ (Verdopplungszeit), bzw. als Halbierungszeit wenn $r_0 < 0$, sonst „—“.
- N bleibt statisch, zeigt die festgelegte Bevölkerungsgröße.

- Werte sind sprach- und locale-sensitiv formatiert (Dezimaltrennzeichen, Prozentzeichen).

Didaktischer Kommentar

Die KPI-Anzeige schafft eine Brücke zwischen Mathematik und Epidemiologie. Statt nur abstrakte Parameter zu sehen, erkennen Lernende direkt:

- Wie viele Menschen muss man immunisieren, damit die Ausbreitung stoppt? (HIT)
- Wie schnell verdoppeln sich Infektionen bei der aktuellen Einstellung? (T_2)
- Wie unterscheiden sich Basis- und effektive Reproduktionszahl? (R_0 vs. R_{eff})

Damit wird das Verständnis für die praktische Bedeutung mathematischer Parameter gestärkt. Im School-Mode werden nur die wichtigsten KPIs gezeigt, um Überforderung zu vermeiden. Im University-Mode wird das volle Set eingeblendet, um die wissenschaftliche Tiefe abzubilden

Kapitel 6 – User Story: Pulse-Highlight der Kopplungen

Einführung

Das Pulse-Highlight ist ein visuelles Feedback-Element, das abhängige Variablen im Parameter-Tool hervorhebt. Wenn Lernende einen Regler bewegen, ändern sich oft andere Werte automatisch (z. B. $D \leftrightarrow \gamma$, oder $\beta \leftrightarrow R_0$).

Damit diese Kopplungen transparent und sofort erkennbar werden, pulst die betroffene Zahl oder der Bruchteil kurz auf. Lernende sehen dadurch nicht nur die Veränderung, sondern verstehen auch welche Variable wovon beeinflusst wird.

Akzeptanzkriterien

- Beim Ziehen eines Reglers wird die verknüpfte(n) Fremdgröße(n) automatisch hervorgehoben.
- Das Pulse-Highlight ist dezent (z. B. farbiger Glow oder Rahmen), ohne die Lesbarkeit zu stören.
- Das Highlight dauert ca. 600 ms und verschwindet automatisch.
- Nur abhängige Variablen pulsen, nicht der Regler, der aktiv bewegt wird.
- Highlight funktioniert in allen relevanten Kontexten:
 - in der Formel-Ansicht (gezielt im Zähler/Nenner oder Produktteil),
 - in der Regler-Ansicht (wenn numerische Felder sichtbar sind).

- Keine Performance-Einbußen: Pulse läuft flüssig auch bei schnellem Ziehen.

Didaktischer Kommentar

Das Pulse-Highlight verstärkt das didaktische Prinzip der Kopplungen.

Anstatt nur Zahlenänderungen zu registrieren, sehen Lernende aktiv: *„Dieser Wert hängt mit meinem Regler zusammen!“*

Gerade in komplexeren Modellen (SEIR mit Latenz σ , SIRD mit Mortalität μ , SIRV mit Impfquote v) werden die Zusammenhänge dadurch visuell entlastet.

Im School-Mode wird das Feature sparsam genutzt, um Überforderung zu vermeiden. Im University-Mode entfaltet es seine volle Stärke, indem es die Netzwerkeffekte mathematischer Modelle anschaulich macht.

Kapitel 7 – User Story: School vs. University-Mode

Einführung

Das Parameter-Tool adressiert zwei unterschiedliche Zielgruppen mit unterschiedlichen didaktischen Bedürfnissen:

- School-Mode: Lernende in schulischen Kontexten oder Einsteiger:innen, die einen einfachen, klaren Zugang brauchen.
- University-Mode: Studierende und fortgeschrittene Lernende, die komplexere Zusammenhänge auch in algebraischer Tiefe verstehen sollen.

Diese Zweiteilung ermöglicht es, ein und dasselbe Tool an verschiedene Zielgruppen anzupassen, ohne eine separate Version entwickeln zu müssen.

Akzeptanzkriterien

- School-Mode:
 - Nur wenige, zentrale Slider sichtbar.
 - Keine Formeln eingeblendet.
 - KPIs reduziert (z. B. nur R_0 und N).
 - Fokus auf Intuition und unmittelbare Rückmeldung.
- University-Mode:
 - Volle Reglerausstattung (D , γ , β , R_0 und ggf. weitere Modellparameter wie σ , μ , v).

- Formel-Ansicht verfügbar (Symbol + eingesetzte Zahlen, Snap-Scaling).
- Erweiterte KPIs (R_0 , R_{eff} , HIT, T_2 , N).
- Pulse-Highlight aktiv, um Kopplungen sichtbar zu machen.
- Umschalten erfolgt über das data-mode-Attribut (school / university) im HTML.
- Didaktische Reduktion im School-Mode erfolgt automatisch, ohne zusätzlichen Konfigurationsaufwand.

Didaktischer Kommentar

Die Trennung zwischen School- und University-Mode ist ein zentrales didaktisches Konzept der Minilabs.

- Im School-Mode lernen Einsteiger:innen ohne Überforderung: wenige Regler, klare Rückmeldung, keine abstrakten Formeln.
- Im University-Mode wird die akademische Tiefe erreicht: vollständige Parameter, algebraische Verknüpfungen, Pulse-Feedback und erweiterte Kennzahlen.

So wird das Parameter-Tool zu einem skalierbaren Lernwerkzeug, das sowohl in schulischen als auch in universitären Kontexten eingesetzt werden kann – und die gleiche Codebasis bleibt erhalten.

Kapitel 8 – User Story: Internationalisierung (DE/EN)

Einführung

Das Parameter-Tool wird in unterschiedlichen Sprachräumen eingesetzt. Damit Lernende und Lehrende gleichermaßen profitieren können, muss das Tool zweisprachig (Deutsch/Englisch) funktionieren.

Die Sprachsteuerung erfolgt dynamisch über das lang-Attribut im HTML-Dokument. Ergänzend können Texte über JSON-Dateien überschrieben werden. So bleibt das Tool flexibel, erweiterbar und konsistent in beiden Sprachen.

Akzeptanzkriterien

- Tool erkennt automatisch die Sprache anhand des <html lang>-Attributs (de oder en).
- Alle Labels für Regler, Einheiten und KPI-Titel werden sprachsensitiv angezeigt.
- Einheiten passen sich an:

- Deutsch → „Tage“, Komma als Dezimaltrennzeichen.
- Englisch → „days“, Punkt als Dezimaltrennzeichen.
- Fallback-Texte sind eingebaut (Deutsch/Englisch).
- Übersreibungen per JSON-Konfiguration möglich (parameter-tool-config).
- Formeln bleiben universell, aber Beschriftungen und Erklärtexte passen sich der Sprache an.

Didaktischer Kommentar

Die Internationalisierung ist nicht nur eine technische Funktion, sondern auch ein didaktischer Mehrwert:

- Lernende können in ihrer Muttersprache arbeiten, was den Zugang erleichtert.
- Fortgeschrittene können bewusst in der Fremdsprache arbeiten, um Terminologie und Fachsprache zu trainieren.
- Das Tool bleibt so international anschlussfähig und kann in verschiedenen Bildungsumgebungen ohne Anpassung eingesetzt werden.

Damit wird das Parameter-Tool zu einem sprachlich flexiblen Lerninstrument, das sowohl im deutschsprachigen Raum als auch international im Einsatz ist.