1. Beschreiben der Ausgangssituation:

Die Schülerinnen und Schüler arbeiteten im Allgemeinen auch in unbekannten mathematischen Themenbereichen selbstständig und verantwortungsbewusst. Sie verfügten aber nur über ein kleines Spektrum an Strategien, um sich neue Themenbereiche zu erarbeiten. Zu diesem Zeitpunkt waren die klassischen Konzepte der der Steigung, Ableitung und Extremwertaufgaben nur für ganz-rationale Funktionen bekannt, so dass sie diese Konzepte auf die Exponentialfunktionen übertragen mussten.

Wie hängen die Begriffe zusammen?

Funktion	Ableitung	Extremstelle
Änderungsrate	Ableitungsfunktion	Nullstelle
Wendestellenwert	Steigung	Kettenregel
Produktregel	Wendestelle	Tangente
Sekante	Positiv	Negativ
2. Ableitung	3. Ableitung	Extremwert

Lernsituation 5.4 Temperaturoptima eines Enyzms HBBK-Marl, MS 34

Problemstellung

Sie arbeiten als Chemikant:in in einem Unternehmen, dass Enzyme herstellt. Diese Enzyme werden an die Lebensmittelindustrie, die Textilindustrie, die Reinigungs- und Waschmittelindustrie, die Chemieindustrie sowie an die Pharmaindustrie vertrieben. Für eine steigende Nachhaltigkeit in diesen Industriezweigen werden laufend neue Enzyme mit maßgeschneiderten Eigenschaften gesucht. Der Fokus liegt dabei vor allem auf der Identifizierung von neuen Enzymen mit breitem Substrat- und Produktspektrum, hoher Stabilität gegenüber extremen Temperaturen und pH-Werten sowie gesteigerter Langlebigkeit. Als wichtiges Qualitätskriterium für die Enzyme ist die Reaktionsgeschwindigkeit zu untersuchen. Die Effizienz eines Enzyms wird durch Rahmenbedingungen wie pH–Wert und Temperatur beeinflusst. Bis zu einem gewissen Punkt erhöht sich die Umsatzrate eines Enzyms mit ansteigender Temperatur. Oberhalb dieser Temperatur nimmt die Geschwindigkeit der enzymatischen Katalyse jedoch rasch ab. Das vorliegende Enzym besitzt ein charakteristisches Temperaturoptimum, bei dem die Umsatzrate am höchsten ist. Ohne das Enzym zu denaturieren, erlaubt diese Temperatur die größtmögliche Zahl molekularer Kollisionen und die schnellstmögliche Umwandlung der Substrate.

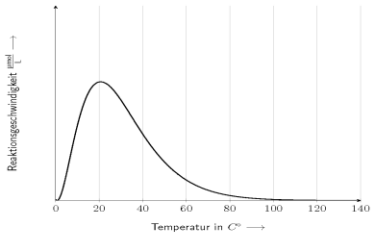

Abbildung 1: Temperaturoptimum des Enzyms Quelle: Eigenes Diagramm

2. Darstellung der Verknüpfung von Präsenz- und Distanzunterricht anhand der Phasen der vollständigen Handlung

Die Schülerinnen und Schüler wurden in die Situation gebracht, als Chemikantinnen und Chemikanten Temperaturoptima eines Enzyms zu berechnen. Zu diesem Zeitpunkt waren sie in der Lage Extremstellen, Wendpunkte und damit Ableitungen und Steigungen in ganzrationalen Funktionen zu berechnen. Nun mussten sie diese Kompetenzen und Kenntnisse auf die Exponentialfunktionen übertragen. Nach der Analyse der Problemstellung, stellten sie fest, dass sie das Temperaturoptimum herausfinden können, indem sie mathematisch eine Extremstelle berechnen. Um den anspruchsvollen Transfer auf die Exponentialfunktionen zu unterstützen, bekamen sie die Aufgabe, dass neue Themenfeld durch eine Concept Map zur erarbeiten

2.1. Information/Analyse/Zielsetzung

Das vorliegende Unterrichtsarrangement hat die Schülerinnen und Schüler in die Situation gebracht ein Temperaturoptimum eines Enzyms auf mathematischem Weg zu bestimmen, um anschließend für den gewählten Betrieb Empfehlungen herausgeben zu können. Sie mussten dabei ein bekanntes Konzept, eine Extremstelle bzw. die Stei-

gung einer Funktion, auf eine neue Problemstellung und eine neue Klasse von Funktionen übertragen. Dazu mussten gesetzte und bekannte Begriffe durch eine Concept Map in einen sinnvollen Zusammenhang gebracht werden und thematisch gebündelt werden. Die so gewonnenen Informationen wurden genutzt, um eine Tabelle zu erstellen, in der die gebündelten Themen mit dem Selbstlernmaterial aus dem kurseigenen digitalen Notizbuch verknüpft wurden. Die Schüler: innen durften selbstverständlich auch eigenes Lernmaterial hinzufügen.

- **Zu fördernde Kompetenzen**

  Die Studierenden analysieren den eigenen Wissenstand mit Hilfe einer Concept Map.

- **Darstellung und Begründung der Wahl der Methode und Unterrichtsform**

  Die Schülerinnen und Schüler hatten die notwendigen Konzepte (Steigung, Ableitung, Extremstellen usw.) bereits erworben, aber noch nicht vertieft. Ein eigenständiger Transfer auf die Exponentialfunktionen und eine berufliche Aspektierung waren an dieser Stelle zu schwierig. Die Concept Map und die vorgegebene Tabelle erfüllten dabei zwei Funktionen: Sie erhöhten die Lernaktivität und den Lernerfolg durch eine höhere Vernetzung des Wissens, gleichzeitig schufen Sie die Voraussetzungen für selbständiges Lernen. Die Schülerinnen und Schüler, reduzierten Inhalte auf das Wesentliche. Sie stellten logische Verbindungen zwischen den Textelementen her und reflektieren ihre Darstellung. Erst wenn dieser Schritt gelang, war der Sachverhalt wirklich verstanden. Dabei unterstützte die Visualisierung auch leseschwache oder nicht affine Schülerinnen und Schüler. Dieser Teil der Einheit wurde in Präsenz gehalten, um die die haptischen Möglichkeiten und die Kommunikation in der Gruppe zu ermöglichen. Ferner konnte die Lehrkraft korrigierend eingreifen. Das Legen der Concept Map konnte in kleinen Gruppen vollzogen und dann ins digitale Notizbuch übertragen werden. Sämtliche Concept Maps wurden dann nebeneinander als Bilddateien abgespeichert.

2.2. Planung

Auf Grundlage der erarbeiteten Concept Map wurden die Schritte zur Lösung und deren Reihenfolge gewählt, indem eine digitale Tabelle im digitalen Notizbuch erstellt wurde. Dieser Schritt umfasste weitaus weniger Zeit, da im Bereich Information/Analyse/Zielsetzung durch die Concept Map die wichtigen Schritte und Informationen die weiteren Schritte definierten. Grundsätzlich wurden exemplarisch einzelne Ergebnisse im Plenum besprochen. Da die Thematik mathematisch anspruchsvoll ist, sollten durch eine gemeinsame Plenumsphase für die Besprechung der Concept Map im vornherein Fehler und Unsicherheiten vermieden werden.

- **Zu fördernde Kompetenzen**
- Die Schülerinnen und Schüler planen eine eigene Lern- und Lösungsstrategie die Zusammenhänge, indem Sie diese grafisch in einen Zusammenhang bringen und kommunizieren.
- **Darstellung und Begründung der Wahl der Methoden und der Unterrichtsform**

Da die Schülerinnen und Schüler auf ein umfassendes Portfolio zu diesem Zeitpunkt zurückgreifen können, lässt sich die Planung auf eine Reihenfolge der zu lösenden Schritte reduzieren. Methodisch lässt sich dieser Schritt, wie bereits erwähnt nicht von der Analyse trennen. Dieser Schritt sollte in Präsenz im Zusammenhang mit der Concept Map vollzogen werden, um eine Reibungslose Kommunikation in der Gruppe zu gewährleisten.

2.3. Entscheidung

Auf der Grundlage der Planung wurde entschieden, welches konkrete Produkt bzw. Ziel realisiert und welcher Lösungsweg gewählt wird. Darüber hinaus wurden Vereinbarungen zur Weiterarbeit getroffen.

- **Zu fördernde Kompetenzen**

  Die Studierenden planen eine eigene Lernstrategie die Zusammenhänge, indem Sie diese grafisch in einen Zusammenhang bringen und kommunizieren.

- **Darstellung und Begründung der Wahl der Methoden und der Unterrichtsform**

  Die Studierenden sollten diese Wahl für sich individuell treffen. Auf Grund der Differenzierung und der Hilfsmittel wurde so gewährleitet, dass ein möglichst individueller Lernweg eingehalten werden konnte. Auch hier wurde der Lernschritt aus den oben beschriebenen Gründen in Präsenz vollzogen. Da der Lernweg möglichst personalisiert seien sollte, sollte jeder Schüler eine eigene Tabelle erstellen, in denen die Lösungsschritte sowie das Selbstlernmaterials aufgeführt sind.

2.4. Durchführung

Zur Durchführung mussten die Schülerinnen und Schüler ihre Kenntnisse zu Extremstellen reaktivieren. Sie stellten fest, dass die Ableitung bei diesen Funktionstypen mathematisch anders funktioniert und sie die Ketten -und Produktregel anwenden mussten. Je nach Planung und Entscheidung für die das Aufstellen der richtigen Ableitungen nutzten Sie das in der Tabelle erarbeitete Lernmaterial. Sie konnten dabei auf das eigene Selbstlernmaterial aus dem digitalen Notizbuch oder selbst recherchiertes Material zugreifen, so dass eine Personalisierung möglich war. War die Anwendung der Ketten- und Produktregel vertraut, konnten die Schülerinnen und Schüler den Transfer zum Temperaturoptimum vollziehen, indem Sie die Extremstelle berechneten.

- **Zu fördernde Kompetenzen**

Die Studierenden

- erarbeiten ein Begriffsverständnis zu Beginn des neuen Themas.
- strukturieren den eigenen Wissenserwerb durch ein Materialportfolio.
- berechnen Extremwerte in Exponentialfunktionen.

- **Darstellung und Begründung der Wahl der Methoden und der Unterrichtsform**

  Die gewählte Methode und Unterrichtsform entließen die Schülerinnen und Schüler in ein sehr hohes Maß von Selbstständigkeit. Auf Grund der intensiven Vorbereitung durch die Concept Map und die Ablauftabelle konnten sich die Schülerinnen und Schüler orientieren und auf bewährtes Selbstlernmaterial zugreifen und so selbstständig in einen Online-Unterricht entlassen werden. So konnte ein hohes Maß an personalisiertem Lernen, durch eigenes Lerntempo und Lernmaterial erzeugt werden. Durch die eigenständige Handlung verknüpften sie die verschiedenen Konzepte, die sich auf das Ableiten und Berechnen von Extremstellen in verschiedenen Funktionstypen bezogen. Die Lehrkraft konnte sich so beratend in den Hintergrund zurückziehen und wird zum Lernberater.

2.5. (Selbst-)Kontrolle/Prüfung

Die Studierenden vollzogen im Plenum den Rechenweg und verglichen die Ergebnisse anhand der Skizzen. Wahlweise nutzten sie ein CAS-System zur technischen Analyse und Fehlerkorrektur.

- **Zu fördernde Kompetenzen**

  Die Studierenden und bewerten und kontrollieren ihre Ergebnisse unter fachlichen und beruflichen Vorgaben. Sie verwenden dazu unter anderem die Musterlösung.

- **Darstellung und Begründung der Wahl der Methoden und der Unterrichtsform**

  Durch die Nutzung eine Musterlösung und der Onlineform konnten die Schülerinnen und Schüler in eigenem Lerntempo zu einem selbst gewählten Zeitpunkt ihre Ergebnisse an jedem Ort vergleichen und mögliche Fehler und Fehlerquellen beseitigen. Sie werden so an das eigenständige Arbeiten ohne Support des Lernbegleiters gewöhnt.

2.6. Reflexion/Bewertung

Die Reflexion wurde anhand der verschiedenen Schritte Concept Map, Tabelle, Skizzen und Berechnungen im Plenum vollzogen. Die erarbeiteten Materialien konnten dann von den einzelnen Gruppen zur Präsentationszwecken in einem kollaborativem Raum im digitalen Notizbuch visualisiert, vorgestellt und besprochen werden. Wie erwähnt kannten die Schülerinnen und Schüler schon weitere Verfahren aus der Analysis. Im Plenum wurde dann besprochen, wie und an welcher Stelle die erarbeiteten Lösungsschritte auf ähnliche Problemstellungen angewendet werden können und wo sie in mathematischen Verfahren, wie Extremstellen übertragen können.

- **Zu fördernde Kompetenzen**
  Die Schülerinnen und Schüler reflektieren den eigenen Wissenstand, indem sie Wissenslücken zu bekannten Themenbereichen identifizieren.

- **Darstellung und Begründung der Wahl der Methoden und der Unterrichtsform**
  In der dieser Phase wurde Präsenzunterricht mit einer Plenumsphase gewählt, die sehr eng mit der Kontrolle verknüpft war. Die Schülerinnen und Schüler sollten anhand der erstellten Ergebnisse die eigenen Arbeitsschritte nachvollziehen, um so den Arbeitsprozess als Ganzes zu sichern. Die Reflexion fand als offenes Gespräch ohne weitere Hilfsmittel statt. Um einen Transfer auf bekannte andere Problemstellungen zu gewährleisten, wurde eine Plenumsphase gewählt, in der die Schülerinnen und Schüler im fragend-entwickelndem Gespräch eigene, weitere Ideen entwickeln konnten.