

Schulinternes Curriculum Mathematik Grundkurs, Werner-von-Siemens-Gesamtschule Königsborn*

Eingesetztes Lehrwerk Elemente der Mathematik (EdM) Qualifikationsphase Grundkurs Ausgabe für NRW (978-3-507-87982-9)

Inhaltliche Schwerpunkte des Kernlehrplans Mathematik in der Qualifikationsphase	Kapiteleinteilung in <i>Elemente der Mathematik</i>
<p>Funktionen und Analysis:</p> <ul style="list-style-type: none">– Funktionen als mathematische Modelle– Fortführung der Differentialrechnung– Grundverständnis des Integralbegriffs– Integralrechnung <p>Analytische Geometrie und Lineare Algebra:</p> <ul style="list-style-type: none">– lineare Gleichungssysteme– Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte– Lagebeziehungen– Skalarprodukt <p>Stochastik:</p> <ul style="list-style-type: none">– Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen– Binomialverteilung– Stochastische Prozesse	<p>Funktionen und Analysis:</p> <p>Kap. 1: Funktionen als mathematische Modelle</p> <p>Kap. 2: Integralrechnung</p> <p>Kap. 3: Wachstum mithilfe der e-Funktion beschreiben</p> <p>Analytische Geometrie:</p> <p>Kap. 4: Analytische Geometrie</p> <p>Stochastik:</p> <p>Kap. 5: Wahrscheinlichkeitsverteilungen</p> <p>Kap. 6: Beurteilende Statistik und Stochastische Prozesse</p>

* In Anlehnung an: Bildungshaus Schulbuchverlage Westermann Schroedel Diesterweg Schönigh Winklers GmbH, Braunschweig

1 Funktionen	Die Schülerinnen und Schüler ...
<p>Wiederholung: Noch fit in Differenzialrechnung? (Durchschnittliche Änderungsrate, Ableitung an einer Stelle, Ableitungsfunktion, Ableitungsregeln)</p> <p>Wiederholung: Noch fit in Funktionsuntersuchungen? (Globalverlauf, Symmetrie des Funktionsgraphen, Nullstellen ganzrationaler Funktionen, Monotonie, Extrempunkte und Sattelpunkte, Lokale, globale Extrema und Randextrema, Monotonie und Extrempunkte, Kriterien für Extremstellen)</p>	
<p>1.1 Fortsetzung der Differenzialrechnung</p> <p>1.1.1 Wendepunkte – Linkskurve, Rechtskurve (Ableitungen berechnen, Links- und Rechtskurven bestimmen, grafisch argumentieren, Sätze und Definitionen kennen)</p> <p>1.1.2 Kriterien für Extrem- und Wendepunkte (Extrem- und Wendepunkte berechnen, Aussagen über Extrem- und Wendestellen beurteilen, Sätze und Definitionen kennen und anwenden, Vernetzte Aufgaben)</p> <p>1.1.3 Ableitung von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten (Anwenden der Ableitungsregeln, Tangentengleichung, Vernetzte Aufgaben)</p> <p>1.1.4 Aspekte von Funktionsuntersuchungen (Aspekte von Funktionsuntersuchungen, Rechnerfenster kritisch hinterfragen, Argumentieren mit Eigenschaften von Funktionen, Untersuchung von Eigenschaften in Abhängigkeit von einem Parameter bei ganzrationalen Funktionen, Vernetzte Aufgaben)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien sowie weitere hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten – beschreiben das Krümmungsverhalten des Graphen einer Funktion mit Hilfe der 2. Ableitung – interpretieren Parameter von Funktionen im Anwendungszusammenhang – bilden die Ableitungen von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten – verwenden digitale Werkzeuge zum Berechnen der Ableitung einer Funktion an einer Stelle – verwenden digitale Werkzeuge zum Darstellen von Funktionen grafisch und als Wertetabelle – verwenden digitale Werkzeuge zum zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen
<p>1.2 Extremwertprobleme (Geometrische Körper und Figuren, Flächeninhalte und Funktionsgraphen, Aufgaben aus der Wirtschaft)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien sowie weitere hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrempunkten – führen Extremalprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurück und lösen diese

Wiederholung: Noch fit im Lösen linearer Gleichungssysteme? (Einsetzungsverfahren, Additionsverfahren, Sonderfälle bei der Lösungsmenge)	
1.3 Lösen linearer Gleichungssysteme – GAUSS-Algorithmus 1.3.1 Der GAUSS-Algorithmus zum Lösen eines linearen Gleichungssystems 1.3.2 Lineare Gleichungssysteme mit unendlich vielen Lösungen oder ohne Lösung	<ul style="list-style-type: none"> – stellen lineare Gleichungssysteme in Matrix-Vektor-Schreibweise dar – beschreiben den Gauß-Algorithmus als Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme – wenden den Gauß-Algorithmus ohne digitale Werkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten an, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind – interpretieren die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen – verwenden digitale Werkzeuge zum Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen
1.4 Bestimmen ganzrationaler Funktionen (Bestimmen einer Funktion mit vorgegebenem Grad, Bestimmen einer Funktion ohne vorgegebenen Grad, mit ganzrationalen Funktionen modellieren)	<ul style="list-style-type: none"> – bestimmen Parameter einer Funktion mit Hilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben („Steckbriefaufgaben“)

2 Integralrechnung	Die Schülerinnen und Schüler ...
2.1 Rekonstruktion eines Bestandes aus Änderungsraten (Rekonstruktion einer Größe aus dem Graphen der Änderungsrate, Rekonstruktion einer Größe aus gegebenen Änderungsraten)	<ul style="list-style-type: none"> – interpretieren Produktsummen im Kontext als Rekonstruktion des Gesamtbestandes oder Gesamteffektes einer Größe – deuten die Inhalte von orientierten Flächen im Kontext – ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate
2.2 Das Integral als Grenzwert von Produktsummen (Integrale näherungsweise mithilfe von Produktsummen bestimmen, Integrale der Quadratfunktion mithilfe der Formel berechnen, Integrale als Summen orientierter Flächeninhalte bestimmen, Vernetzte Aufgabe)	<ul style="list-style-type: none"> – erläutern und vollziehen an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs – nutzen die Intervalladditivität von Integralen – verwenden digitale Werkzeuge zum Ermitteln des Wertes eines bestimmten Integrales

<p>2.3 Integrale mithilfe von Stammfunktionen berechnen</p> <p>(Stammfunktionen, Integrale mithilfe von Stammfunktionen berechnen, die passende Stammfunktion zu einem Anfangswert finden, orientierte Flächeninhalte, Integrale mithilfe eines Rechners bestimmen, Vernetzte Aufgaben)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – bestimmen Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen – erläutern geometrisch-anschaulich den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion (Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung) – bestimmen Integrale mithilfe von gegebenen Stammfunktionen und numerisch, auch unter Verwendung digitaler Werkzeuge – nutzen die Linearität von Integralen
<p>2.4 Integralfunktionen</p> <p>(Graph einer Integralfunktion näherungsweise aus einem Graphen rekonstruieren, Integralfunktionen bestimmen und ihre Graphen zeichnen, Integralfunktionen mit einem GTR darstellen)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – skizzieren zu einer gegebenen Randfunktion die zugehörige Flächeninhaltsfunktion – erläutern geometrisch-anschaulich den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion (Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung)
<p>2.5 Berechnen von Flächeninhalten</p> <p>2.5.1 Fläche zwischen einem Funktionsgraphen und der x-Achse</p> <p>(Flächeninhalte bei Graphen einer gegebenen Funktion f bestimmen, passende Funktionen bestimmen und Flächeninhalte berechnen)</p> <p>2.5.2 Fläche zwischen zwei Funktionsgraphen</p> <p>(Flächeninhalte von Flächen zwischen den Graphen zweier gegebener Funktionen berechnen, passende Funktionen bestimmen und Flächeninhalte zwischen den Graphen der Funktionen berechnen, Vernetzte Aufgaben)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – ermitteln Flächeninhalte mit Hilfe von bestimmten Integralen – verwenden digitale Werkzeuge zum Messen von Flächeninhalten zwischen Funktionsgraph und Abszisse – bestimmen Integrale mithilfe von gegebenen Stammfunktionen und numerisch, auch unter Verwendung digitaler Werkzeuge
<p>Blickpunkt: Näherungsweise Bestimmung von π</p>	

<p>3 Wachstum mithilfe der e-Funktion beschreiben</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>
<p>Wiederholung: Noch fit in exponentiellem Wachstum?</p> <p>(Exponentielles Wachstum, Eigenschaften der Exponentialfunktionen)</p>	
<p>3.1 Exponentielles Wachstum</p> <p>3.1.1 Wachstumsgeschwindigkeit – e-Funktion</p> <p>(Exponentialfunktionen mit beliebiger Basis – Ableitung, Verknüpfungen von</p>	<ul style="list-style-type: none"> – bilden die Ableitung der natürlichen Exponentialfunktion – bilden die Ableitung von Exponentialfunktionen mit beliebiger Basis – beschreiben die Eigenschaften von Exponentialfunktionen und die besondere

<p>ganzrationalen Funktionen mit der e-Funktion, Flächenberechnungen und Stammfunktionen bei verknüpften Funktionen, Die EULER'sche Zahl e, Vernetzte Aufgaben)</p> <p>3.1.2 Ableitung von Funktionen f mit $f(x) = e^{kx+n}$</p> <p>(e-Funktionen mit linearen Funktionen im Exponenten, Ableitungen, Steigungen und Tangenten, Stammfunktionen und Integrale, Vernetzte Aufgaben)</p> <p>3.1.3 Beschreibung von exponentiellem Wachstum mithilfe der e-Funktion</p> <p>(Wachstumsprozesse mit der e-Funktion beschreiben, Ableitungen bestimmen, Gleichungen lösen, Integrale berechnen, Vernetzte Aufgabe)</p> <p>3.1.4 Wachstumsprozesse untersuchen</p> <p>(Exponentielle Abnahme und Zunahme mithilfe der e-Funktion modellieren, Halbwertszeit – Verdopplungszeit, Wachstumsgeschwindigkeit exponentieller Prozesse – experimentelle Bestimmung von k)</p>	<p>Eigenschaft der natürlichen Exponentialfunktion</p> <ul style="list-style-type: none"> – untersuchen Wachstums- und Zerfallsvorgänge mit Hilfe funktionaler Ansätze
<p>3.2 Verknüpfungen von e-Funktionen und ganzrationalen Funktionen</p> <p>3.2.1 Produktregel – Wachstumsvergleich von e-Funktionen und ganzrationalen Funktionen</p> <p>(Anwenden der Ableitungsregeln – Untersuchen des Globalverlaufs, Aspekte von Funktionsuntersuchungen, Argumentieren und Begründen)</p> <p>3.2.2 Modellieren mit zusammengesetzten Funktionen</p> <p>(Typische Aufgabenstellungen bei komplexen Anwendungssituationen)</p> <p>3.2.3 Aspekte von Funktionsuntersuchungen mit e-Funktionen</p> <p>(Einzelaspekte von Funktionsuntersuchungen bearbeiten, zusammengesetzte Exponentialfunktionen in Sachzusammenhängen untersuchen)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – bilden in einfachen Fällen zusammengesetzte Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) – wenden die Kettenregel auf Verknüpfungen der natürlichen Exponentialfunktion mit linearen Funktionen an – wenden die Produktregel auf Verknüpfungen von ganzrationalen Funktionen und Exponentialfunktionen an –
<p>4 Analytische Geometrie</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>
<p>Wiederholung: 4.1 Punkte und Vektoren im Raum</p> <p>4.1.1 Lage von Punkten im Raum beschreiben (Zeichnen von Punkten und Körpern in Koordinatensystemen; Lage von Punkten im Koordinatensystem erkennen und beschreiben; Projektion und Spiegelung von Punkten)</p> <p>4.1.2 Vektoren (Verschiebungen, Vektoren und Pfeile; Längen von Vektoren berechnen)</p>	

<p>4.1.3 Addition und Subtraktion von Vektoren (Summen und Differenzen von Vektoren berechnen und zeichnen; Dreiecksregel anwenden – Abstände zwischen zwei Punkten bestimmen; Bewegungen mit Vektoren bestimmen; Parallelogramme mit Vektoren beschreiben; Eigenschaften von Dreiecken untersuchen)</p> <p>4.1.4 Vervielfachen von Vektoren (Mit Vektoren rechnen; Vektoren in Figuren bestimmen; Mittelpunkt einer Strecke berechnen)</p>	
<p>Blickpunkt: Bewegungen auf dem Wasser</p>	
<p>4.2 Geraden im Raum</p> <p>4.2.1. Parameterdarstellung einer Geraden (Parameterdarstellungen einer Geraden bestimmen, Beschreibung von Strecken – Punktprobe)</p> <p>4.2.2 Lagebeziehungen zwischen Geraden (Lagebeziehungen von Geraden zueinander untersuchen, Geraden mit vorgegebenen Lagen zueinander bestimmen, Geraden in geometrischen Figuren, Geraden in Anwendungen)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – stellen Geraden und Strecken in Parameterform dar – untersuchen Lagebeziehungen zwischen zwei Geraden – interpretieren den Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext – verwenden digitale Werkzeuge zum Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen
<p>Blickpunkt: Licht und Schatten</p>	
<p>4.3 Winkel im Raum</p> <p>4.3.1 Orthogonalität zweier Vektoren – Skalarprodukt (Orthogonalitätsprüfungen, Orthogonale Vektoren finden, Argumentieren mit dem Skalarprodukt)</p> <p>4.3.2 Winkel zwischen Vektoren und Geraden (Winkel zwischen zwei Vektoren, Untersuchungen an geometrischen Figuren, Winkel zwischen zwei Geraden im Raum)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – deuten das Skalarprodukt geometrisch und berechnen es – untersuchen mit Hilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung)
<p>Blickpunkt: Abstand zwischen Punkten und Geraden</p>	
<p>4.4 Ebenen im Raum</p> <p>4.4.1 Parameterdarstellung einer Ebene (Punkte einer Ebene bestimmen – Punktprobe, Parameterdarstellung einer Ebene aus drei Punkten bestimmen, Parameterdarstellung von Ebenen durch Geraden und Punkte bestimmen, Parameterdarstellungen von Ebenen in Figuren bestimmen, Ebenen mit besonderer Lage im Koordinatensystem, Geraden, die in Ebenen liegen)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – stellen Ebenen in Parameterform dar – untersuchen Lagebeziehungen zwischen Geraden und Ebenen – berechnen Schnittpunkte von Geraden sowie Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen und deuten sie im Sachkontext – verwenden digitale Werkzeuge zum Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen

<p>4.4.2 Ebenen zeichnen – Spurgeraden (Ebenen mit drei Spurpunkten, Ebenen mit zwei Spurpunkten, Ebenen mit einem Spurpunkt, Ebenen durch den Koordinatenursprung)</p> <p>4.4.3 Lagebeziehungen zwischen Gerade und Ebene (Gemeinsame Punkte von Geraden mit Ebenen bestimmen, Geraden und Ebenen mit zueinander vorgegebener Lage bestimmen, Geraden und Ebenen in geometrischen Figuren)</p>	
---	--

5 Wahrscheinlichkeitsverteilungen	Die Schülerinnen und Schüler ...
<p>5.1 Lage- und Streuungsmaße von Stichproben</p> <p>5.1.1 Häufigkeitsverteilungen – Mittelwert einer Häufigkeitsverteilung (Häufigkeitsverteilungen – Mittelwert einer Häufigkeitsverteilung, Arithmetisches Mittel einer Häufigkeitsverteilung mit zusammengefassten Daten)</p> <p>5.1.2 Streuung um den Mittelwert einer Stichprobe – die empirische Standardabweichung (Berechnung der empirischen Standardabweichung von Häufigkeitsverteilungen)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – untersuchen Lage- und Streumaße von Stichproben – verwenden digitale Werkzeuge zum Ermitteln der Kennzahlen statistischer Daten (Mittelwert, Standardabweichung)
<p>Blickpunkt: Vergleich von Häufigkeitsverteilungen mithilfe von Boxplots</p> <p>Wiederholung: Noch fit in Wahrscheinlichkeitsrechnung? (Zufallsversuche, LAPLACE-Versuch, Mehrstufiger Zufallsversuch, Baumdiagramme und Pfadregeln, Komplementärregel)</p>	
<p>5.2 Zufallsgröße – Erwartungswert einer Zufallsgröße (Bestimmen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen durch Abzählen der zugehörigen Ergebnisse, Bestimmen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen mithilfe von Baumdiagrammen, Berechnen des Erwartungswerts für eine gegebene Wahrscheinlichkeitsverteilung)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – erläutern den Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen – bestimmen den Erwartungswert μ von Zufallsgrößen und treffen damit prognostische Aussagen
<p>Blickpunkt: Binomialkoeffizienten – PASCAL'sches Dreieck</p>	
<p>5.3 Binomialverteilung</p> <p>5.3.1 BERNOULLI-Ketten (Überprüfen, ob eine BERNOULLI-Kette vorliegt, erste</p>	<ul style="list-style-type: none"> – verwenden Bernoulliketten zur Beschreibung entsprechender Zufallsexperimente – erklären die Binomialverteilung und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten

<p>Wahrscheinlichkeitsberechnungen bei BERNOULLI-Ketten)</p> <p>5.3.2 Berechnen von Wahrscheinlichkeiten – BERNOULLI-Formel</p> <p>(Anwenden der BERNOULLI-Formel zur Berechnung von Wahrscheinlichkeiten, Anwenden der BERNOULLI-Formel zur Berechnung von zu erwartenden Werten, Modellieren von Ziehvorgängen ohne Zurücklegen mithilfe eines Binomialansatzes, Eigenschaften von Binomialverteilungen, Darstellen der Binomialkoeffizienten mithilfe der Fakultätenschreibweise)</p> <p>5.3.3 Kumulierte Binomialverteilung – ein Auslastungsmodell</p> <p>(Modellieren der Auslastung von Maschinen, Simulation einer Auslastung)</p> <p>5.3.4 Berechnen von Intervall-Wahrscheinlichkeiten</p> <p>(Bestimmen von Intervall-Wahrscheinlichkeiten, Modellierung von Vorgängen mithilfe eines Binomialansatzes, Bestimmen von Intervallen mit vorgegebenen Wahrscheinlichkeiten)</p> <p>5.3.5 Wahrscheinlichkeit für mindestens einen Erfolg bei einem n-stufigen BERNOULLI-Experiment</p> <p>(Notwendiger Stichprobenumfang für mindestens einen Erfolg)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – nutzen Binomialverteilungen und ihre Kenngrößen zur Lösung von Problemstellungen – verwenden digitale Werkzeuge zum Generieren von Zufallszahlen – verwenden digitale Werkzeuge zum Erstellen der Histogramme von Wahrscheinlichkeitsverteilungen – verwenden digitale Werkzeuge zum Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei binomialverteilten Zufallsgrößen
<p>Blickpunkt: Simulation von BERNOULLI-Ketten mithilfe eines GTR</p>	

6 Beurteilende Statistik und Stochastische Prozesse	Die Schülerinnen und Schüler ...
<p>6.1 Erwartungswert und Standardabweichung von Binomialverteilungen</p> <p>6.1.1 Erwartungswert einer Binomialverteilung</p> <p>(Erwartungswert einer Binomialverteilung, Maximum einer Binomialverteilung, Eigenschaften von Umgebungen um den Erwartungswert einer Binomialverteilung)</p> <p>6.1.2 Standardabweichung von binomialverteilten Zufallsgrößen</p> <p>(Entdecken einer Formel für die mittlere quadratische Abweichung einer Binomialverteilung, Überprüfen der Berechnungsformel für die Standardabweichung, Vergleich von Binomialverteilungen mit gleichem Erwartungswert, Binomialverteilungen mit gleicher Standardabweichung, Binomialverteilung mit maximaler Streuung, Bestimmen einer Binomialverteilung zu gegebenen Werten von Erwartungswert und Standardabweichung)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – bestimmen den Erwartungswert μ und die Standardabweichung σ von Zufallsgrößen und treffen damit prognostische Aussagen – verwenden digitale Werkzeuge zum Berechnen der Kennzahlen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Erwartungswert, Standardabweichung) – beschreiben den Einfluss der Parameter n und p auf Binomialverteilungen und ihre graphische Darstellung – verwenden digitale Werkzeuge zum Variieren der Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen – verwenden digitale Werkzeuge zum Erstellen der Histogramme von Wahrscheinlichkeitsverteilungen – nutzen Binomialverteilungen und ihre Kenngrößen zur Lösung von

<p>6.1.3 Umgebungen um den Erwartungswert einer Binomialverteilung – σ-Regeln (Sigma-Regeln überprüfen, Boxplots und Sigma-Umgebungen)</p>	<p>Problemstellungen</p>
<p>6.2 Einführung in Schlussverfahren der Beurteilenden Statistik 6.2.1 Prognose über zu erwartende Häufigkeiten (Prognosen für zu erwartende absolute Häufigkeiten, Signifikante Abweichungen, Prognose über zu erwartende relative Häufigkeiten, Ausnutzen der Symmetrie der Binomialverteilung) 6.2.2 Mithilfe einer Entscheidungsregel von der Stichprobe auf die Gesamtheit schließen (Eine Entscheidungsregel erläutern und mögliche Fehler bedenken, Mithilfe einer Entscheidungsregel von der Stichprobe auf die Gesamtheit schließen)</p>	<p>– schließen anhand einer vorgegebenen Entscheidungsregel aus einem Stichprobenergebnis auf die Grundgesamtheit</p>
<p>6.3 Stochastische Prozesse mithilfe von Matrizen beschreiben 6.3.1 Bestimmung von Zuständen mithilfe von Übergangsmatrizen (Übergangsdigramme und Übergangsmatrizen, Berechnen eines veränderten Zustandsvektors) 6.3.2 Untersuchung stochastischer Prozesse mithilfe der Matrizenmultiplikation (Bestimmung zukünftiger Zustände, Bestimmung zurückliegender Zustände) 6.3.3 Stabilisieren von Zuständen – stationäre Zustände (Stationäre Verteilung – Fixvektor)</p>	<p>– beschreiben stochastische Prozesse mithilfe von Zustandsvektoren und stochastischen Übergangsmatrizen – verwenden die Matrizenmultiplikation zur Untersuchung stochastischer Prozesse (Vorhersage nachfolgender Zustände, numerisches Bestimmen sich stabilisierender Zustände) – verwenden digitale Werkzeuge zum Durchführen von Operationen mit Vektoren und Matrizen</p>