



## Erwartungshorizont – Mathematische Grundlagen

Themengebiet	Umfasst unter anderem folgende Aufgaben-/Problemstellungen:
Lineare Algebra	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Grundlagen und mathematische Notation,</li><li>▪ Lineare Algebra, deren numerische Algorithmen und Implementierung: z.B. lineare Gleichungssysteme, Ausgleichsrechnung, Matrixfaktorisierung und Eigenwerte.</li></ul>
Analysis einer reellen Variablen	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Analysis im <math>\mathbb{R}</math> (Reelle Zahlen) und numerische Visualisierung: Grenzwert, Stetigkeit, Polynome, Polynom-Interpolation, Differentiation mit Anwendungen (u.a. Newtonverfahren)</li><li>▪ Lineare Differentialgleichungen n-ter Ordnung mit konstanten Koeffizienten und Inhomogenitäten, - Integration und numerische Quadratur, u.a. Hauptsatz der Integralrechnung</li><li>▪ Integral-Transformationen: Fourier-, Laplace-, FFT (Schnelle Fourier-Transformation);</li><li>▪ Vektoranalysis: Integralsätze</li></ul>
Analysis mehrerer reeller Variablen	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Analysis im <math>\mathbb{R}^n</math> (Euklidischer Raum): partielle Ableitung, das totale Differential, Mittelwertsatz, Taylorscher Satz, Gradient, Hesse- Matrix, Extrema von Funktionen mehrerer Variabler, Newton-Verfahren zur Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme, Integration von Funktionen mehrerer Variabler;</li><li>▪ Anfangswertprobleme bei gewöhnlichen Differentialgleichungen: Existenz, Eindeutigkeit, Stabilität, Methoden zur numerischen Lösung: Behandlung spezieller Verfahrensklassen: z.B. Runge-Kutta- und BDF-Verfahren, die Problematik der steifen Differentialgleichungen (Begriff der A-Stabilität) numerische Simulation: mathematische Modellbildung bei technischen Problemstellungen</li></ul>
Statistik	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Grundlegende Wahrscheinlichkeitsrechnung (Zufallsvariablen, Verteilungen etc.)</li><li>▪ Deskriptive Statistik</li><li>▪ Statistische Tests (t-Test, Chi-Quadrat-Test, etc.) und Kennzahlen (Präzision, p-Wert, etc.) d. Parameter-Schätzung</li><li>▪ Maximum Likelihood</li><li>▪ Regressionsmethoden</li><li>▪ Korrelation und Kausalität</li></ul>

### Auswahl an Referenzen:

1. R. Ansoerge, H.-J. Oberle, Mathematik für Ingenieure 1, Wiley-VCH Verlag, 2000
2. T. Arens et al, Mathematik, Spektrum Akademischer Verlag, 2008
3. C. Karpfinger, Höhere Mathematik in Rezepten, Springer- Spektrum, 2013
4. T. Harman, J. Dabney, N. Richert: Advanced Engineering Mathematics with MATLAB. Cengage Learning, Inc.
5. E. Kreyszig: Advanced Engineering Mathematics. Wiley.
6. K. F. Riley, M. P. Hobson, S. J. Bence: Mathematical Methods for Physics and Engineering. Cambridge University Press.



### Expectation horizon – Fundamental Mathematics

Subject area	Includes, but is not limited to, the following task/problem sets:
Linear algebra	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fundamentals and mathematical notation,</li><li>▪ Linear algebra, its numerical algorithms and implementation: e.g. systems of linear equations, balancing, matrix factorization and eigenvalues.</li></ul>
Analysis of a real variable	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Analysis in <math>\mathbb{R}</math> (real numbers) and numerical visualization: limit, continuity, polynomials, polynomial interpolation, differentiation with applications (including Newton's method)</li><li>▪ Linear differential equations of nth order with constant coefficients and inhomogeneities, - Integration and numerical quadrature, e.g. main theorem of integral calculus</li><li>▪ Integral Transforms: Fourier-Laplace, FFT (Fast Fourier Transform);</li><li>▪ Vector analysis: integral theorems</li></ul>
Analysis of several real variables	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Analysis in <math>\mathbb{R}^n</math> (Euclidean space): partial derivative, the total differential, mean value theorem, Taylor's theorem, gradient, Hessian matrix, extrema of functions of several variables, Newton's method for the solution of nonlinear systems of equations, integration of functions of several variables;</li><li>▪ Initial value problems in ordinary differential equations: Existence, uniqueness, stability, methods for numerical solution: treatment of special classes of methods: e.g. Runge-Kutta and BDF methods, the problem of stiff differential equations (notion of A-stability) numerical simulation: mathematical model building for technical problems.</li></ul>
Statistics	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Basic probability theory (random variables, distributions, etc.)</li><li>▪ Descriptive statistics</li><li>▪ Statistical tests (t-test, chi-square test, etc.) and ratios (precision, p-value, etc.)</li><li>▪ d. Parameter estimation</li><li>▪ Maximum Likelihood</li><li>▪ Regression Methods</li><li>▪ Correlation and causality</li></ul>

### Selection of references:

1. R. Ansorge, H.-J. Oberle, *Mathematik für Ingenieure 1*, Wiley-VCH Verlag, 2000
2. T. Arens et al, *Mathematik*, Spektrum Akademischer Verlag, 2008
3. C. Karpfinger, *Höhere Mathematik in Rezepten*, Springer- Spektrum, 2013
4. R. Ansorge, H.-J. Oberle, *Mathematics for Engineers 1*, Wiley-VCH Verlag, 2000
5. T. Arens et al, *Mathematics*, Spektrum Akademischer Verlag, 2008
6. C. Karpfinger, *Higher Mathematics in Recipes*, Springer- Spektrum, 2013.