



## Erwartungshorizont – Höhere Mathematik

Themengebiet	Umfasst unter anderem folgende Aufgaben-/Problemstellungen:
Lineare Algebra	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Lineare Gleichungssysteme, Gauß'sches Eliminationsverfahren</li><li>▪ Matrizen und Determinanten: rechnen mit Matrizen, <math>L R</math>-Zerlegung einer Matrix, Determinante definieren, berechnen, anwenden</li><li>▪ Vektorräume, Untervektorräume, Basen, Orthogonalität</li><li>▪ Lineares Ausgleichsproblem, <math>Q R</math>-Zerlegung einer Matrix</li><li>▪ Lineare Abbildungen und Darstellungsmatrizen: Kern, Bild und Dimensionsformel, Koordinatenvektoren, Darstellungsmatrizen, Basistransformation</li><li>▪ Diagonalisierung von Matrizen: Eigenwerte und Eigenvektoren, Diagonalisieren von Matrizen, numerische Berechnung von Eigenwerten und Eigenvektoren, Jordannormalform</li><li>▪ Quadriken: Transformation auf Normalform, Schurzerlegung und Singulärwertzerlegung</li><li>▪ Definitheit von Matrizen und Matrixnormen</li></ul>
Analysis einer reellen Variablen	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Folgen: Konvergenz, Divergenz, Grenzwertbestimmung</li><li>▪ Reihen: Konvergenzkriterien</li><li>▪ Funktionen: Potenzreihen, trigonometrische Funktionen, Exponential- und Logarithmusfunktion, hyperbolische Funktionen, Grenzwerte, Asymptoten, Stetigkeit, Polynom- und Splineinterpolation, Differentialrechnungen, Optimierung, Integration, uneigentliche Integrale</li><li>▪ Differentialgleichungen: separierbare DGL, lineare DGL 1. Ordnung, lineare DGL mit konstantem Koeffizienten (homogen &amp; inhomogen), Potenzreihenansatz, einfache Einschrittverfahren, Runge-Kutta-Verfahren, Mehrschrittverfahren</li></ul>
Analysis mehrerer reeller Variablen	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Funktionen mehrerer Veränderlicher: Folgen, Grenzwerte und Stetigkeit, partielle Differentiation, partielle Ableitung, Extremwertbestimmung (mit und ohne Nebenbedingungen), totale Differentiation und Differentialoperatoren, implizite Funktionen, Optimierung</li><li>▪ Koordinatentransformation: Transformation und Transformationsmatrizen, Polar-, Zylinder-, und Kugelkoordinaten, Umrechnung von Vektor und Skalarfeldern</li><li>▪ Kurven, Kurvenintegrale, Gradientenfelder, Bereichsintegrale, Transformationsformel, Flächen und Flächenintegrale, Integralsätze (ebener Satz von Gauß, ebener Satz von Green, Divergenzsatz von Gauß, Satz von Stokes)</li><li>▪ Differentialgleichungssysteme: Existenz von Lösungen, Lösung linearer Differentialgleichungssysteme, Randwertprobleme, partielle DGL 1. &amp; 2. Ordnung, Laplace-Gleichung, Wärmeleitungsgleichung, Wellengleichung</li><li>▪ Fourierreihen, Fouriertransformation, Laplacetransformation</li></ul>

### Auswahl an Referenzen:

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



### Level of expectations – Mathematics

Topic	Comprises, amongst others, the following tasks and problem statements:
Linear algebra	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ System of linear equations, Gaussian elimination</li><li>▪ Matrices and determinants: Matrix calculations, LU decomposition of a matrix, determinant definition, calculation and application</li><li>▪ Vector spaces, vector subspaces, basis, orthogonality</li><li>▪ Solving overdetermined systems of linear equations, QR decomposition of a matrix</li><li>▪ Linear maps and matrix representations: kernel, image and dimension, coordinate vectors, matrix representations, change of basis</li><li>▪ Diagonalization of matrices: eigenvalues and eigenvectors, diagonalization of matrices, numerical calculation of eigenvalues and eigenvectors, Jordan normal form</li><li>▪ Quadrics: transformation to normal form, Schur decomposition, singular value decomposition</li><li>▪ Definite quadratic form of matrices and matrix norms</li></ul>
Analysis of a real variable	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sequences: convergence, divergence, limit</li><li>▪ Series: convergence tests</li><li>▪ Functions: power series, trigonometric functions, exponential and logarithm function, hyperbolic function, limits, asymptotes, continuity, polynomial and spline interpolation, differential calculus, calculus of optimization, integration, improper integrals</li><li>▪ Differential equations: separable differential equations, first-order linear differential equations, linear constant coefficient ordinary differential equation (homogeneous and inhomogeneous), power series solution of differential equations, linear single step methods, Runge-Kutta methods, multistep method</li></ul>
Analysis of several real variables	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Functions of several real variables: sequences, limit and continuity, partial differentiation, partial derivative, extrem values (with and without side conditions), total derivative and differential operators, implicit functions, calculus of optimization</li><li>▪ Coordinate transformation: transformation and transformation matrices, polar, cylindrical and spherical coordinates, conversion of vector and scalar fields</li><li>▪ Curves, line integrals, gradient fields, integrals over a region, transformation theorem, surface, surface integrals, integral theorems (Gauss' theorem in a plane and Gauss' divergence theorem, Green's theorem in a plane, Stokes)</li><li>▪ System of differential equations: existence of solutions, solving systems of linear differential equations, boundary value problem, first and second order partial differential equations, Laplace's equation, Heat equation, wave equation</li><li>▪ Fourier series, Fourier transform, Laplace transform</li></ul>

#### Selected References:

1. T. Harman, J. Dabney, N. Richert: Advanced Engineering Mathematics with MATLAB. Cengage Learning, Inc.
2. E. Kreyszig: Advanced Engineering Mathematics. Wiley.
3. K. F. Riley, M. P. Hobson, S. J. Bence: Mathematical Methods for Physics and Engineering. Cambridge University Press.