

Ганусич Руслан

Науковий керівник – ст. викладач Кібенко Л.М.

Державний біотехнологічний університет

### **FESTIGKEITSLEHRE**

Die Festigkeitslehre ist ein sehr wichtiger Wissenschaftszweig, mit deren Hilfe die Aufgaben zum Nachweis der Sicherheit von tragenden Konstruktionen gelöst werden können. Ziel der Festigkeitslehre ist es, verlässliche Aussagen darüber treffen zu können, ob Maschinenteile oder Bauwerke den Belastungen standhalten beziehungsweise wann sie und durch welche Belastungen bleibend verformen oder brechen werden. Unter Versagen versteht man in der Festigkeitslehre ein Zerstören der Bauteile, oder eine Verformung, die derart groß ist, dass die Funktion des Bauteils nicht mehr gewährleistet ist.

Die Festigkeitslehre beantwortet zwei Grundfragen:

1. Wie wirkt eine äußere Belastung auf das Innere des Bauteils? Hierbei betrachtet man den mikroskopisch kleinen Bereich bis herab auf die Molekülebene. Konkret: wie groß ist die Beanspruchung eines beliebig kleinen Ausschnitts an einem beliebigen Ort? Man spricht von inneren Spannungen (Kraft pro Fläche). Hierbei geht es nicht nur um Zug oder Druck, sondern auch um Scher- und

Verdrehbelastungen. Die Voraussetzung hierfür ist die umfassende Ermittlung der später auftretenden äußeren Kräfte (Traglasten, Wind, Zug, Druck und andere). Das zeitliche Verhalten der Belastung (dauernd, schwellend oder wechselnd) muss ebenfalls bekannt sein.

2. Wie hält das Baumaterial der Belastung stand? Die Werkstoffkunde beantwortet diese Frage. Sie liefert Methoden, wie man die an einem Probekörper im Versuch ermittelten Verhältnisse auf das Ganze noch zu erstellende Bauteil übertragen kann. Die Ergebnisse münden in die Aussage der zulässigen Festigkeit (Kraft pro Fläche). Untersucht wird auch, ab wann die resultierende Verformung nicht mehr rein elastisch sondern auch plastisch ist.

Häufig darf man voraussetzen, dass das Bauteil nur rein elastisch verformt wird. Das vereinfacht die Betrachtung erheblich. Diese Voraussetzung ist mit dem Begriff „zulässige Festigkeit“ verbunden. Einen ideal starren Körper gibt es in der

Festigkeitslehre nicht. Die Elastizitätslehre beschreibt die Durchbiegung von Federn, Balken und Stäben. Nach Entlastung geht das Bauteil in die ursprüngliche Gestalt zurück.

Mit den Methoden der Festigkeitslehre wird die Werkstoffanstrengung in beanspruchungsmäßig ausgezeichneten Bereichen der Konstruktion bestimmt und mit zulässigen bzw. kritischen Werten verglichen. Ziel der Untersuchung ist dabei, die Sicherheit minimalen Baustoff- bzw. Kostenaufwand zu erreichen. Neben den Untersuchungen über die Beanspruchungen durch innere Kräfte sind auch Kontrollen über die Formänderungen der tragenden Bauteile infolge der wirkenden Belastungen erforderlich.

Ein fester Körper setzt der Verformung durch äußere Kräfte seinen Verformungswiderstand und dem Bruch seine Festigkeit entgegen. Verformungsverhalten und Festigung sind Materialeigenschaften, von denen die Brauchbarkeit eines Stoffes für tragende Bauteile abhängt. Diese Eigenschaften sowie das Verhalten der Baustoffe unter verschiedenen Beanspruchungen können nur durch Versuche zuverlässig bestimmt werden. Die Festigkeitslehre stützt sich daher auf Ergebnisse der Werkstoffkunde und des Materialprüfungswesens in Form von Materialkennwerten sowie auf theoretisch abgeleitete Berechnungsmethoden und bildet den eigentlichen Inhalt dieses Lehrgebietes.

Die Festigkeitslehre geht von festen, elastisch bzw. plastisch verformbaren

Körpern aus und gibt mathematische Beziehungen an, die zwischen den Beanspruchungen einerseits und den Spannungen und Formänderungen andererseits bestehen. Die einfachste Beziehung ergibt sich aus der Annahme eines linearen

Zusammenhanges zwischen Beanspruchung und der Formänderung (Hookesches Gesetz). Auf dieser Grundlage wurde die klassische Elastizitätstheorie entwickelt und aufgebaut. Sie bildet auch heute noch die Ausgangsbasis der Berechnungsmethoden.

Der Weg zum Erkennen komplizierter Zusammenhänge führt über diese Beziehungen, so dass ihre Darstellung unerlässlich ist. Bei Stabilitätsproblemen und bei Traglastverfahren zieht man zusätzlich Plastizitätstheorien.

Es gibt verschiedene Beanspruchungsarten. Verhältnismäßig einfache Beziehungen ergeben sich bei Zug- und Druckkräften sowie Scherkräften. Etwas komplizierter lassen sich die Spannungen und Verformungen infolge von Biegemomenten, Querkraften und Drillmomenten bestimmen. Zum weiteren sind es die Stabilitätsfälle Knicken, Kippen und Beulen von Beanspruchungsformen, die umfangreichere theoretische Vorbetrachtungen erfordern. Bei gleichzeitigem Auftreten mehrerer Beanspruchungsarten werden Aussagen über die Gesamtwirkung aus der Überlagerung der Einzelwirkungen gewonnen.

Демченко Єлизавета Федорівна

Науковий керівник – ст. викладач Архипова В.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки

## **DIGITAL TOOLS IN EDUCATION: FROM DISTANCE LEARNING TO DIGITAL TWINS**

Considering the rapid development of information technology, it should be noted that there is a need for more than traditional teaching methods to prepare professionals who can succeed in the digital economy. Internet platforms present students with access to content regardless of location and time. This makes learning more flexible and accessible. This approach promotes the creation of interactive laboratories and digital simulators where students can gain practical skills in a safe environment without proper equipment or risking their safety. As a result, tertiary technical institutions can provide quality training to students even on tight budgets. However, digital transformation also increases the need for curriculum adjustments. Technical support and teacher training are essential elements of digitization in education. Critical components of digitalization in education include the following:

1.Distance Learning Platforms. Moodle and Google Classroom have appeared as essential tools for organizing online education. They are aimed at helping students access educational content, working on assignments, taking quizzes and getting teachers' feedback. For example, Moodle is widely used in distance courses. It provides interactive quizzes, discussion boards, file sharing, and even video conferencing features. Such platforms help teachers effectively track student progress; the system automatically collects student academic performance information and stores it for future analysis. This is especially useful for technical fields where equal access to learning materials is essential.

2.Learning adaptivity based on AI: in the future, AI will be widely used to adapt learning materials to the individual needs of each student, including performance data, frequency of errors, and learning pace. AI can suggest additional resources or adjust the learning pace. For example, if a student encounters an engineering problem. The system can suggest additional exercises or links to supplementary materials. This helps students focus on their weaknesses. This will help develop professional skills.

3.Preparation for real production situations using digital simulation. Interactive laboratories and simulators provide a virtual environment for students to conduct experiments and analyze data digitally. Just as the physical sciences have simulators to study the laws of dynamics, optics, and electromagnetism, digital labs and simulators allow students to experiment with various conditions