

---

**essentials**

*essentials* liefern aktuelles Wissen in konzentrierter Form. Die Essenz dessen, worauf es als „State-of-the-Art“ in der gegenwärtigen Fachdiskussion oder in der Praxis ankommt. *essentials* informieren schnell, unkompliziert und verständlich

- als Einführung in ein aktuelles Thema aus Ihrem Fachgebiet
- als Einstieg in ein für Sie noch unbekanntes Themenfeld
- als Einblick, um zum Thema mitreden zu können

Die Bücher in elektronischer und gedruckter Form bringen das Fachwissen von Springerautor\*innen kompakt zur Darstellung. Sie sind besonders für die Nutzung als eBook auf Tablet-PCs, eBook-Readern und Smartphones geeignet. *essentials* sind Wissensbausteine aus den Wirtschafts-, Sozial- und Geisteswissenschaften, aus Technik und Naturwissenschaften sowie aus Medizin, Psychologie und Gesundheitsberufen. Von renommierten Autor\*innen aller Springer-Verlagsmarken.

---

Ayaz Abdullayev · Ali Najafov ·  
Huseyn Gafarov · Shahid Yusubov ·  
Sevda Adgezalova

# Entwicklung eines innovativen Planetengeriebes

 Springer Vieweg

Ayaz Abdullayev  
Azerbaijan Technical University  
Baku, Azerbaijan

Ali Najafov  
Azerbaijan Technical University  
Cologne, Deutschland

Huseyn Gafarov  
Azerbaijan Technical University  
Baku, Azerbaijan

Shahid Yusubov  
Azerbaijan Technical University  
Baku, Azerbaijan

Sevda Adgezalova  
Azerbaijan Technical University  
Baku, Azerbaijan

ISSN 2197-6708  
essentials

ISSN 2197-6716 (electronic)

ISBN 978-3-658-42937-9

ISBN 978-3-658-42938-6 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-42938-6>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2024

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Eric Blaschke

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Das Papier dieses Produkts ist recyclebar.



---

## Was Sie in diesem *essential* finden können

- Kreativer Ansatz zur Entwicklung eines Planetengetriebes
- Eine innovative Model der Planetengetriebe

---

## Vorwort vom Rezensent

Das vorliegende Werk richtet sich an Ingenieurinnen und Ingenieure in industrieller Praxis, Forschung und Studium und bietet methodische Unterstützung bei der Entwicklung von Planetenradgetrieben.

Die vorgeschlagene und am Beispiel eines Planetenradgetriebes für einen Kugelmühlenantrieb vorgestellte Methodik stellt dabei die Zielgrößen Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit in den Vordergrund und beschreibt, wie systematisch aufbauend auf Referenzen aus dem Stand der Forschung und der Vorgängergeneration neue Lösungen synthetisiert und durch frühe Simulation und Rapid-Prototyping validiert werden können.

Das Buch skizziert zudem, wie die Erreichung der Zielgrößen in der Konstruktion durch Optimierung der Gestaltparameter basierend auf dem früh validierten kinematischen Konzept unterstützt werden kann. Besonders hervorzuheben ist die systematische Bestimmung der Planeten-Anzahl unter Berücksichtigung der dynamischen Beanspruchbarkeit und der Schwingungseigenschaften des Gesamtsystems.

Der Mehrwert der Anwendung der Methodik wird am Beispiel des Kugelmühlenantriebs deutlich und verspricht Übertragbarkeit auf weitere Anwendungsfälle.

Univ.- Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Albert Albers  
*Sprecher der Institutsleitung und stellv. wiss. Sprecher*  
*KIT Zentrum Mobilitätssysteme Mitglied von acatech –*  
**DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN**  
*Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*  
**IPEK – Institut für Produktentwicklung**

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeine Bestimmungen. Problemanalyse</b> .....	1
1.1	Zementproduktion mit einer Kugelmühle .....	2
1.2	Der Übertragungsmechanismus des Antriebs von Kugelmühlen für die Zementproduktion. ....	7
<b>2</b>	<b>Die Entwicklung des innovativen Planetengetriebes vom Typ «2 K-H» mit verdoppelten oder verdreifachten radialen Planetenrädern</b> .....	11
2.1	Existierende Konstruktionslösungen von Planetengetrieben .....	11
2.2	Kreativer Ansatz zur Entwicklung eines innovativen Planetengetriebes .....	16
<b>3</b>	<b>Auswahl der optimalen Parameter für das innovative Planetengetriebe mit verdoppelten oder verdreifachten Planetenrädern</b> .....	19
3.1	Optimalitätskriterium, Zielfunktion und Parametereinschränkungen .....	19
3.2	Bestimmen des optimalen Werts des Übersetzungsverhältnisses von eingebauten leicht- und hochbelasteten Planetengetrieben des Typs „2K-H“ mit Mindestmasse .....	21
<b>4</b>	<b>Schwingungsresistenzbewertung des innovativen Planetengetriebes des Kugelmühlenantriebs für die Zementproduktion</b> .....	33
4.1	Kinematische Analyse der Planetengetriebe .....	33

---

4.2	Vergleichende Bewertung der wichtigsten charakteristischen Parameter des Innovativen Antriebsmechanismus der Kugelmühle . . . . .	35
4.3	Bestimmung der kritischen Drehzahl der Planetenräder und der Amplitude der zulässigen Schwingung der bestehenden und vorgeschlagenen Antriebsmechanismen der Kugelmühle . . . . .	44
<b>5</b>	<b>Bewertung der wirtschaftlichen Effektivität des innovativen Kugelmühlenantriebs in der Zementproduktion . . . . .</b>	<b>51</b>
5.1	Bewertung der wirtschaftlichen Effektivität der Optimierung des Gesamtübersetzungsverhältnisses der leicht- und hochbelasteten Stufen der James Planetengetriebe vom Typ „2K-H“ nach den Kriterien des Materialverbrauchs . . . . .	51
5.2	Vergleichende Schätzung der Wirkung der Anzahl der umlaufenden und radialen Planetenräder auf den Materialverbrauch des Planetengetriebe vom Typ „2K-H“ der Kugelmühle . . . . .	53
5.3	Bewertung des technischen Niveaus vorhandener und vorgeschlagener Konstruktionen des Kugelmühlenantriebs . . . . .	59
	<b>Was Sie aus diesem <i>essential</i> mitnehmen können . . . . .</b>	<b>61</b>
	<b>Zusammenfassung und Ausblick . . . . .</b>	<b>63</b>
	<b>Einige Definitionen, die oft zu treffen sind. . . . .</b>	<b>65</b>
	<b>Beiträge und Einstellungen der Autoren. . . . .</b>	<b>67</b>
	<b>Literatur. . . . .</b>	<b>69</b>

---

## Über die Autoren



**Ayaz Abdullayev**, geboren am 02.06.1940, Dr.Ing.habil., Professor, ehrenamtlicher Ingenieur. In 1963 graduierte er an der Aserbaidschanischen Polytechnischen Hochschule. Seit 1965 arbeitet er an AzTU. Von 1976 bis 2016 leitete er Lehrstuhl für „Maschinenelemente“. Derzeit ist er beratender Professor am Institut für Maschinenkonstruktion und Mechatronik.



**Ali Najafov**, geb. am 11.09.1961, Dr.Ing.habil., Professor. 1983 graduierte er an der Aserbaidschanischen Polytechnischen Hochschule als Maschinenbau-Ingenieur. 1986–2019 arbeitete er in AzTU; 2016–2019 leitete er den Lehrstuhl für Maschinendesign und das Forschungsinstitut für Maschinenwesen der AzTU. Derzeit ist er in Deutschland tätig.



**Huseyn Gafarov**, geboren am 09.11.1990, hat seinen Master-Abschluss in „Technologische Maschinen“ gemacht Im Jahr 2013. Doktorand der Abteilung für Maschinenkonstruktion und Mechatronik der AzTU. Derzeit bei „Azercotton AIC“ LLC als 1.Stellvertretender Geschäftsführer tätig.



**Shahid Yusubov**, geboren am 28.08.1963, Dr.Ing. In 1985 graduierte er an der Aserbaidischen Polytechnischen Hochschule. Seit 1986 arbeitet er an der AzTU. Derzeit ist er als Dozent am Lehrstuhl für Maschinendesign und Mechatronik der AzTU tätig.



**Sevda Adgezalova**, geboren am 08.03.1963. im Jahr 1985 graduierte sie an der Aserbaidischen Staatlichen Universität in angewandter Mathematik. Arbeitet seit 2001 als Ingenieurin am Lehrstuhl für Maschinenkonstruktion und Mechatronik der AzTU.