



Assignment Template

Impulse des Neuroleadership-Ansatzes für ein erfolgreiches
Change-Management

Assignment für das Modul
UFM89-Management von Teamwork, Kollaboration und
Veränderungsprozessen

Fabian Kuhn

Hauptstraße 16

67133 Maxdorf

fabian.kuhn1@stud.akad.de

Immatrikulationsnummer: 8150162

Bearbeitungszeitraum: 11.12.2024 - 05.02.2025

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	II
1 Einleitung	1
1.1 Relevanz und Problemstellung	1
1.2 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	1
2 Grundlagen	2
2.1 Modell nach Scherf	2
2.2 Differenzialgleichung der Temperatur	3
2.3 Grundlagenthema 3	3
3 Hauptteil	3
4 Fazit	4
4.1 Zusammenfassung	4
4.2 Ausblick	4
4.3 Limitationen und kritische Reflexion	4
Literaturverzeichnis	II
Eidesstattliche Erklärung	III

Abkürzungsverzeichnis

CM	Change Management
KI	Künstliche Intelligenz

1 Einleitung

1.1 Relevanz und Problemstellung

Seit seiner Erfindung im Jahre 1976 durch Nikolaus August Otto hat der Viertakt-Ottomotor als Antriebsaggregat eine weitreichende Verwendung gefunden.¹ Obwohl die Elektromobilität an Relevanz gewinnt, setzt sich diese Bedeutung auch heute weiter fort. Daten des Kraftfahrt-Bundesamtes zeigen, dass Benzinmotoren bei den Neuzulassungen in Deutschland weiterhin einen erheblichen Anteil ausmachen.² Die hohe Energiedichte, sowie einfache Möglichkeiten zum Transport und Speichern machen Flüssigbrennstoff zur bevorzugten Energiequelle für den Verkehr.³ Doch die Anforderungen haben sich angesichts des Klimawandels und schlechter Luftqualität durch CO₂-Emissionen gewandelt. Eine hohe Last und Motordrehzahl erhöhen die Emission von CO₂⁴, weshalb eine präzise Regelung der Motordrehzahl unter variierender Last einen großen Stellenwert einnimmt.

Die experimentelle Entwicklung von Regelungsstrategien am physischen Prüfstand erweisen sich als aufwändiger Prozess. An dieser Stelle ist die Modellbildung und Simulation ein unverzichtbares Werkzeug. Dynamische Systemmodelle ermöglichen die virtuelle Nachbildung und Analyse des komplexen Zusammenspiels von Thermodynamik, Mechanik und Regelungstechnik.

Aus diesem Grund widmet sich diese Arbeit der Erweiterung eines bestehenden thermodynamischen Modells eines Viertakt-Ottomotors zu einem dynamischen System. Ziel ist es, das Verhalten des Motors bei einem abrupten Lastwechsel zu simulieren. Darauf aufbauend soll mittels PID-Reglers eine Drehzahlstabilisierung implementiert werden. Damit soll demonstriert werden, wie der Motor stets im optimalen Betriebspunkt gehalten wird, um die Energieeffizienz zu steigern.

1.2 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Um das formulierte Ziel zu erreichen gliedert sich die Vorgehensweise dieser Arbeit in vier Hauptschritte. Die Umsetzung der Simulation erfolgt in der Umgebung MATLAB/Simulink.

Die Ausgangsbasis bildet ein bestehendes Modell, welches den Verdichtungs- und Arbeitstakt eines Ottomotors abbildet. Dieses Modell wird zunächst analysiert, damit dessen Funktions-

¹ Vgl. Merker und Teichmann, 2019, S. 1.

² Vgl. „Kraftfahrt-Bundesamt - Monatliche Neuzulassungen - Neuzulassungsbarometer Im Januar 2025“, 2025.

³ Vgl. Leach u. a., 2020, S. 2.

⁴ Vgl. Shahad und Wabdan, 2015, S. 6.

weise und Limitationen verstanden werden. Eine wesentliche Einschränkung ist die Annahme einer konstanten Drehzahl, welche die Simulation dynamischer Vorgänge verhindert.

Der erste praktische Schritt ist deshalb der Umbau zu einem dynamischen Systemmodell. Hierfür wird die konstante Drehzahl durch eine dynamische Berechnung ersetzt. Daraufhin wird eine Störgröße, in Form eines Lastsprungs, in das System implementiert. Realisiert wird dies durch einen Step-Block, welcher zu einem definierten Zeitpunkt ein abruptes, negativ wirkendes Lastmoment auf die Kurbelwelle schaltet. Das Lastmoment sorgt für eine Abweichung der Motordrehzahl. Um diese auszugleichen wird ein PID-Regler entworfen. Zuerst wird ein Sollwert für den Regelkreis festgelegt. Die schwankende, aktuelle Winkelgeschwindigkeit des Motors (Istwert) wird mithilfe eines Tiefpassfilters (PT1-Glied) geglättet, um dem Regler ein stabiles Signal zu liefern. Die notwendige Stellgröße des PID-Reglers wird basierend auf der Regeldifferenz generiert und als Skalierfaktor für die Gesamtwärmemenge im Modell genutzt. Im finalen Schritt wird das erstellte Modell simuliert und validiert. Mittels eines Vergleiches zweier Simulationen, von denen eine das unregelte System darstellt und eines das System mit aktivem PID-Regler, wird die Wirksamkeit der Regelung demonstriert. Die Ergebnisse werden grafisch aufbereitet und analysiert.

Abschließend werden die Ergebnisse der Arbeit kritisch reflektiert, zusammengefasst und ein Ausblick vorgestellt.

2 Grundlagen

2.1 Modell nach Scherf

Das Hauptziel des Modells nach Scherf⁵ ist es den zeitlichen Verlauf von Druck und Temperatur des Gases im Zylinder eines Viertakt-Ottomotors zu simulieren. Das Modell beschränkt sich dabei auf den Verdichtungs- und Arbeitstakt, da in diesen die wesentlichen thermodynamischen Prozesse stattfinden. Der Verdichtungstakt beginnt mit dem unteren Totpunkt (UT) bei 180° und endet am oberen Totpunkt (OT) bei 360° Kurbelwinkel. Der Arbeitstakt beginnt am OT bei 360° und endet am UT bei 540° Kurbelwinkel. Das Ansaugen und Ausstoßen des Gases wird bewusst vernachlässigt, weshalb die Simulation bei 540° Kurbelwinkel stoppt.

⁵ Vgl. Scherf, 2010, S. 94–101.

2.2 Differenzialgleichung der Temperatur

Das Kernstück des zugrundeliegenden Modells nach Scherf ist der 1. Hauptsatz der Thermodynamik für ein geschlossenes System. Dieser besagt, dass die Änderung der inneren Energie des Gases ΔU die Summe aus der zugeführten Wärme ΔQ und der am Gas verrichteten Arbeit ΔW ist.

In der Simulation wird dies so umgeformt, dass sich eine Differenzialgleichung für die Temperaturänderung $\Delta T/\Delta \varphi$ ergibt. Die Gleichung folgt der Idee, dass sich die Temperatur im Zylinder aufgrund von drei Energieflüssen ergibt, welche im Summenblock zusammengeführt werden: der zugeführten Wärme durch die Verbrennung $\Delta \dot{Q}_B$, der abgeführten Wärme an die Zylinderwand $\Delta \dot{Q}_W$, sowie der abgeführten Energie durch die mechanische Arbeit des Kolbens. Teilt man diese drei Leistungen durch die Wärmekapazität ergibt sich die Temperaturänderung. Durch eine Integration dieser erhält man die absolute Temperatur.

2.3 Grundlagenthema 3

3 Hauptteil

4 Fazit

4.1 Zusammenfassung

4.2 Ausblick

4.3 Limitationen und kritische Reflexion

Durch den begrenzten Umfang der vorliegenden Arbeit wurden einige Aspekte nur oberflächlich behandelt. Die vorgegebenen Ziele konnten dennoch unter Berücksichtigung der Limitationen erreicht werden.

- Bei der Literaturrecherche gab es keine Beschränkung auf Zeitschriftenartikel mit Peer-Review. Diese sollten bevorzugt verwendet werden. Zu Grundlagen und Anwendungen konnten nicht genügend relevante Zeitschriftenartikel mit Peer-Review gefunden werden, weshalb auch Monographien und weitere Quellen berücksichtigt wurden.
- Die Arbeit basiert ausschließlich auf einer Literaturrecherche, wodurch praktische Erfahrungen fehlen.
- Neurowissenschaftliche Erkenntnisse sind oft hochkomplex. Es besteht die Gefahr, dass vereinfachte Modelle wie das SCARF-Modell die psychologischen Prozesse, die bei Veränderungen ablaufen, nur teilweise erfassen.
- Soziale Bedürfnisse sind stark subjektiv, was eine universelle Anwendung des Modells schwierig macht.

Literatur

- Kraftfahrt-Bundesamt - Monatliche Neuzulassungen - Neuzulassungsbarometer Im Januar 2025* (2025), <https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/MonatlicheNeuzulas> (besucht am 04. 10. 2025).
- Leach, F. u.a. (Juni 2020): The Scope for Improving the Efficiency and Environmental Impact of Internal Combustion Engines, in: *Transportation Engineering* 1, S. 100005, DOI: 10.1016/j.treng.2020.100005, (besucht am 05. 10. 2025).
- Merker, G. P. und R. Teichmann (Hrsg.) (2019): Grundlagen Verbrennungsmotoren: Funktionsweise und alternative Antriebssysteme Verbrennung, Messtechnik und Simulation, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, DOI: 10.1007/978-3-658-23557-4, (besucht am 05. 10. 2025).
- Scherf, H. (Jan. 2010): Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme: Eine Sammlung von Simulink-Beispielen, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, DOI: 10.1524/9783486711349, (besucht am 05. 10. 2025).
- Shahad, H. A. K. und S. K. Wabdan (2015): Effect of Operating Conditions on Pollutants Concentration Emitted from a Spark Ignition Engine Fueled with Gasoline Bioethanol Blends, in: *Journal of Renewable Energy* 2015.1, S. 170896, DOI: 10.1155/2015/170896, (besucht am 05. 10. 2025).

KI-basiertes Hilfsmittel	Einsatzform
ChatGPT	Hilfestellung zur Gliederung der Arbeit, Übersetzungen, Rechtschreibkorrektur
Elicit	Quellen- und Literaturrecherche

Tabelle 1: Verwendete KI-basierte Hilfsmittel

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich das beiliegende Assignment selbstständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie alle wörtlich oder sinngemäß übernommenen Stellen in der Arbeit gekennzeichnet habe.

Maxdorf,
10. Oktober 2025

Fabian Kuhn