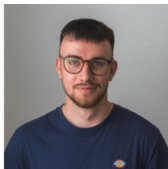


Aufbau einer Simulationsumgebung für die Kibble-Balance

Dynamische Phase der Kibble-Balance

Student



Gian-Luca Marco Allemann

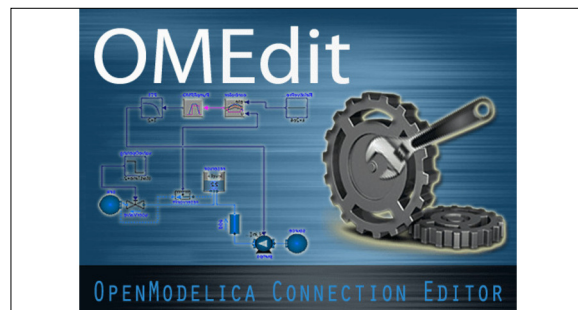
Ausgangslage: Die Kibble-Balance ist ein hochpräzises Messinstrument zur Realisierung der SI-Basiseinheit Kilogramm und basiert auf dem Vergleich mechanischer und elektrischer Leistung unter Rückführung auf die Planck-Konstante. Aufgrund der hohen Systemkomplexität lassen sich insbesondere die physikalischen Vorgänge der bewegten Spule im realen Magnetfeld nicht vollständig analytisch beschreiben, weshalb numerische Simulationen ein wichtiges Hilfsmittel zur Untersuchung einzelner Einflussgrößen darstellen. Bislang ist unklar, ob die frei verfügbare Simulationssoftware OpenModelica für eine realitätsnahe und zugleich flexible Modellierung einer Kibble-Balance geeignet ist.

Ziel der Arbeit: Die Arbeit soll prüfen, ob OpenModelica zur Simulation des BIPM Experiments geeignet ist und eine modulare, dokumentierte Simulationsumgebung aufbauen. Dabei werden die relevanten Elemente der Kibble-Balance, insbesondere das Verhalten der Spule im Magnetfeld, schrittweise modelliert. Anschliessend wird die Leistungsfähigkeit des Tools bewertet, Empfehlungen für die Weiterentwicklung gegeben und die Grundlage für eine wiederverwendbare Simulationsumgebung geschaffen, die zukünftige Arbeiten erleichtern soll.

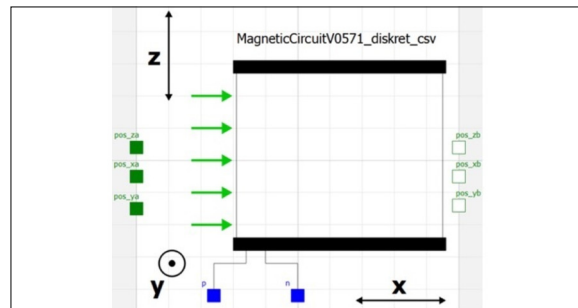
Ergebnis: Die Ergebnisse zeigen, dass OpenModelica grundsätzlich geeignet ist, die dynamische Phase einer Kibble-Balance abzubilden und den Einfluss von Bewegungsrichtung, Magnetfeldinhomogenität sowie geometrischen Offsets auf die induzierte Spannung zu untersuchen. Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Minimum Viable Product (MVP) der Spulen- und Bewegungsmodellierung liefert bereits in der aktuellen Ausbaustufe plausible und physikalisch konsistente Simulationsergebnisse und bestätigt die

grundsätzliche Eignung des gewählten Modellierungsansatzes. Mit zunehmender Modellkomplexität steigen jedoch sowohl der Rechenaufwand als auch der Modellierungsaufwand deutlich an, wodurch eine schrittweise und gezielte Weiterentwicklung der Modelle erforderlich ist, um die Aussagekraft zu erhöhen und eine Annäherung an reale Betriebsbedingungen der Kibble-Balance zu ermöglichen.

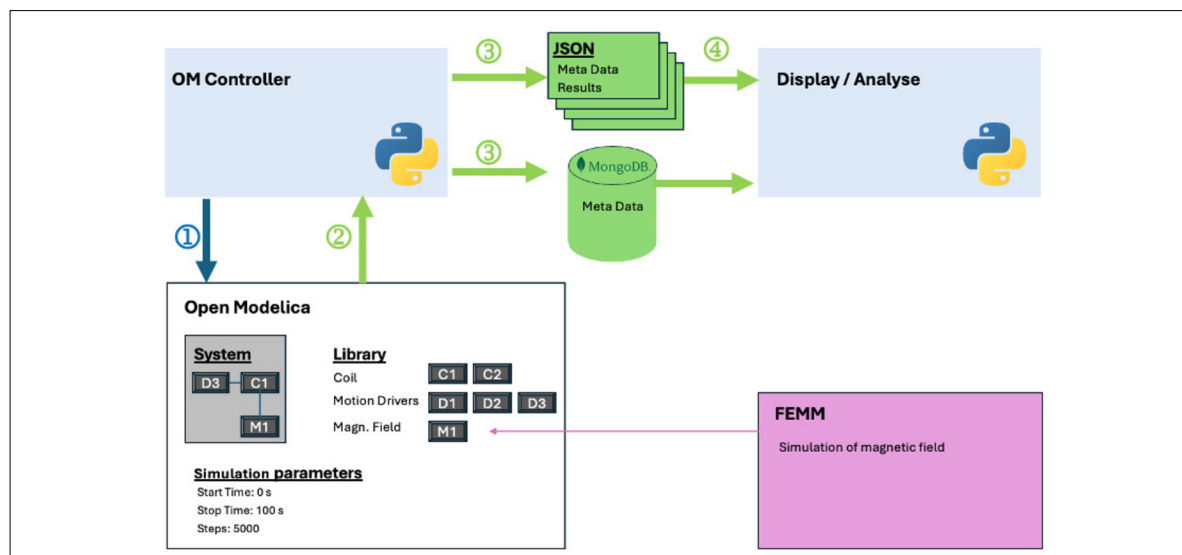
Simulationssoftware OpenModelica Connection Editor
<https://openmodelica.org>



Darstellung der Spulenkomponente
 Eigene Darstellung



Schema der Simulationsumgebung
 Gregor Dudle (eigene Grafik)



Referent
 Prof. Dr. Gregor Dudle

Themengebiet
 Produktentwicklung,
 Simulationstechnik

Projektpartner
 Bureau International
 des Poids et Mesures
 (BIPM), Paris