

Geregelte Motoren

Wissenschaftler des Instituts für Automatisierungs- und Regelungstechnik arbeiten gemeinsam mit GE in Jenbach an einem hochdynamischen Betrieb von Gasmotoren. Dabei hat das Team insbesondere die Regelung der Kühlkreisläufe und der Abgasnachbehandlung im Visier.

Als Sportler kennt man es, aber auch als Gast im Hotel: Das Wasser der unbekanntenen Dusche ist zu kalt, Wohlfühltemperatur will sich einfach nicht einstellen. Also wird drauflosgedreht, tief in den roten Bereich – und oft hilft nach wenigen Sekunden nur noch ein schneller Satz, um der Verbrüfung zu entgehen. „Totzeit“ nennt der Techniker trocken diese Zeitspanne zwischen Drehen und Verbrühen. Eine Zeitspanne, die Teil eines Forschungsprojekts rund um das Team von Frank Woittennek ist, den Regelungstechnikern der UMIT haben es aber weniger die kalt-heißen Vorgänge unter der Dusche als vielmehr die Kühlkreisläufe großer Gasmotoren angetan.

Moderne Gasmotorenanlagen sorgen nicht nur für elektrische und thermische Energie, in Zeiten der Energiewende werden sie auch vermehrt zur Netzstabilisierung und Spitzenlastabdeckung herangezogen. „Erneuerbare Energiequellen stehen uns zwar in großer Menge zur Verfügung, allerdings nicht gleichmäßig. Ohne Sonne und Wind entstehen Versorgungslücken, die ausgeglichen werden müssen“, sagt Woittennek, Leiter des Instituts für Automatisierungs- und Regelungstechnik. Auch in Spitzenzeiten des Stromverbrauchs, zu mittags und abends, muss zusätzliche Energie schnell und flexibel bereitgestellt werden. „Dazu werden vermehrt Gasmotorenkraftwerke eingesetzt“, berichtet Projektmitarbeiter Simon Bachler. „Diese werden beispielsweise durch Biogas, Erdgas oder Deponiegas betrieben“, so Woittennek. Gasmotoren eignen sich besonders, „da diese sehr flexibel sind, gerade wenn es schnell von Null auf Vollast und dann wieder retour gehen soll.“ Eine Flexibilität, die eine optimierte Regelung des Motors verlangt, um schnelle und bestmögliche Leistung sowie geringen Emissionsausstoß zu erzielen. Zwi-



schen 2012 und 2015 nahmen die UMIT-Experten gemeinsam mit GE in Jenbach in einem von der FFG geförderten Projekt daher die Motorregelung genau unter die Lupe.

Jenbach liegt nur knapp 25 Kilometer vom Standort der UMIT entfernt, Gasmotoren mit einem Gewicht im zweistelligen Tonnenbereich spielen in der kleinen Gemeinde schon seit mehr als 50 Jahren eine wichtige Rolle: Der Standort Tirol ist mit seinen heute mehr als 1.500 Mitarbeitern der Hauptsitz für die Industrie-Verbrennungsmotorenproduktion von GE

sowie die weltweite Zentrale für die Entwicklung von Blockheizkraftwerken. In enger Kooperation mit den Motorenspezialisten, erzählt Bachler, gelang es dem damaligen UMIT-Forscher und heutigen GE Mitarbeiter Johannes Huber eine modellbasierte Regelung zu entwickeln, mit der „die „Stellschrauben wie z.B. Gaseinblasung, Drosselklappe und Zündzeitpunkt“ besser als mit der Standardregelung genutzt werden können. „Der Motor kommt schneller auf die gewünschte Leistung beziehungsweise Drehzahl und verursacht dabei weniger Emissionen“, resümiert Bachler das Ergebnis: „Der Algorithmus wurde für

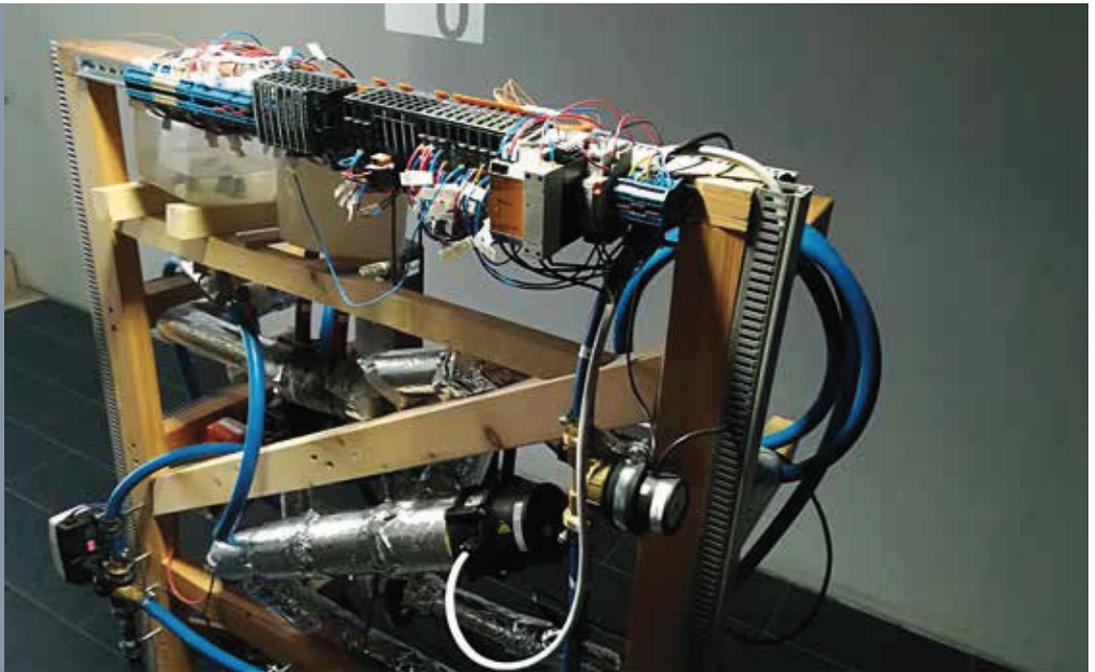


”

Moderne Gasmotorenanlagen sorgen nicht nur für elektrische und thermische Energie, in Zeiten der Energiewende werden sie auch vermehrt zur Netzstabilisierung und Spitzenlastabdeckung herangezogen.

”

Im Zuge einer Bachelorarbeit am Institut für Automatisierungs- und Regelungstechnik wurde ein skalierter Prüfstand aufgebaut, um die vom Forscher-Team entwickelte modellbasierten Regelungen zu testen. „Erst wenn unser Konzept hier funktioniert, geht’s an den echten Prüfstand bei GE“, sagt Projekt-Mitarbeiter Simon Bachler.



eine Gasmotoren-Baureihe von GE entwickelt und wird nun sukzessive auf andere Baureihen erweitert.“ Doch die Möglichkeiten dieser optimierten Motoren können nur dann ausgereizt werden, wenn auch die Peripherie entsprechend mitspielt.

„In einem Nachfolgeprojekt, wieder mit GE, beschäftigen wir uns seit 2015 mit dem Kühlkreislauf und der Abgasnachbehandlung“, berichtet Woittennek. Womit wieder die Totzeit ins Spiel kommt, haben doch Kühlkreisläufe eine lange und stellen damit für die Regelung eine große Herausforderung dar. „Über 20 Meter lang“, beschreibt Jens Wurm, ebenfalls Projekt-Mitarbeiter, die Dimension, mit „ein vernetztes Rohrsystem mit vielen Ventilen“ Frank Woittennek die komplexe Topologie. Fährt man einen Motor schnell auf Volllast, muss das Kühlsystem rasch reagieren. Hantiert man dabei wie unter der Dusche, besteht die Gefahr, „dass mehr passiert als man eigentlich will“. Die andere Möglichkeit wäre, wie unter der Dusche, ein langsames Herantasten, „damit vergibt man aber die Möglichkeit, rasch auf die entsprechende Endtemperatur zu kommen“.

Die Lösung, die Woittennek, Bachler und Wurm anstreben, besteht aus angewandter Physik, Mathematik und IT. „Wir haben Daten über die Durchströmung und den Wärmeaustausch, wir kennen die Konstruktion“, sagt der UMIT-Professor. Dieses exakte Wissen über das System ist Basis für eine modellbasierte Regelung, die eine erhebliche Verbesserung gegenüber der Standardregelung darstellt. Anhand der Daten erfolgt

eine grundlegende Modellierung, danach die Erstellung eines Algorithmus, dieser wiederum fließt in die Software ein, die in Simulation getestet wird, ehe sie einen echten Motor ansteuert. Der Wärmeeintrag des „echten“ Motors wird anfangs durch einen Durchlauf-erhitzer am hausinternen Prüfstand simuliert. Dieser skalierte Prüfstand im Labor wurde im Zuge einer Bachelorarbeit gemeinsam mit einem Studenten mit aufgebaut. Simon Bachler: „Erst wenn unser Konzept hier funktioniert, geht’s an den echten Prüfstand bei GE.“ Für den Kühlkreislauf gibt es schon vielversprechende Ergebnisse, für die Abgasnachbehandlung wird ab 2018 ein weiteres Nachfolgeprojekt angepeilt.

„Die Stickstoffemissionen während der Startphase wurden mit der Umsetzung des ersten Projekts schon ein gutes Stück reduziert“, schildert Jens Wurm. Der schnelle Lastwechsel des Motors stellt auch neue Anforderungen an die Abgasnachbehandlung, deren Bewältigung, so zeigen die ersten Untersuchungen, Grundlagenarbeit erfordert. Im Vergleich zum Kühlkreislauf habe die Abgasnachbehandlung zwar eine einfachere Struktur, meint Woittennek („Es ist ein Reaktor, im Prinzip strömt vorne Gas hinein und hinten wieder hinaus.“), komplex sei dafür das Innenleben („Da passiert viel mit dem Gas.“). Die Regelung ist daher nicht einfach. „Gemeinsam mit GE konnten wir bereits vielversprechende Ergebnisse erzielen, aber auch Optimierungsmöglichkeiten aufzeigen“, so Woittennek. Für das UMIT-Team heißt das, sich intensiver mit der grundlegenden Modellierung auseinanderzusetzen, um die Regelungsalgorithmen zu verbessern.