



Wirtschaft digital
Baden-Württemberg

digital**LÄND**



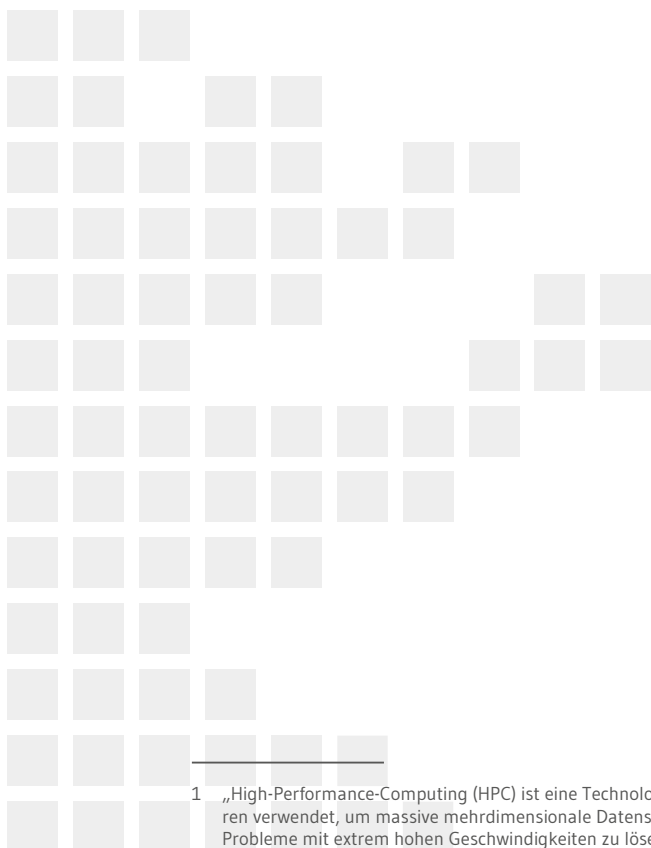
Baden-Württemberg
Ministerium für Wirtschaft,
Arbeit und Tourismus

High Performance Computing für den Mittelstand

Wie kleine und mittlere Unternehmen von Supercomputing-Technologien profitieren können

Management Summary

Dieser Leitfaden zeigt kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) in Baden-Württemberg, wie sie Hochleistungsrechenzentren (High Performance Computing = HPC¹) leicht, preiswert und effizient nutzen können. Das Leistungsspektrum von HPC in Baden-Württemberg wird aufgezeigt, Ansprechpartner genannt und ein Fragenkatalog zur Ermittlung der individuellen Bedürfnisse zur Verfügung gestellt. Entstehende Kosten werden dem Nutzen gegenübergestellt, um eine individuelle Abwägung treffen zu können. Unternehmensbeispiele verdeutlichen das breite Anwendungsfeld von HPC für KMU.



¹ „High-Performance-Computing (HPC) ist eine Technologie, die Cluster leistungsstarker, parallel arbeitender Prozessoren verwendet, um massive mehrdimensionale Datensätze zu verarbeiten, auch bekannt als Big Data, und komplexe Probleme mit extrem hohen Geschwindigkeiten zu lösen.“ (IBM, 2024)

Inhalt

1. Warum HPC für den Mittelstand?	4
2. Erfolgsbeispiele aus Baden-Württemberg	5
M.A.R.K.13	5
RECOM Services	6
MANN+HUMMEL	7
ebm Papst	8
Airbus	9
3. Anwendungsbereiche im Überblick	10
Simulationen	10
Big Data-Analysen	10
Künstliche Intelligenz	10
Content-Produktion	11
Logistik	11
4. Kosten	11
5. Leistungen	11
6. Wer sind direkte Ansprechpartner für die HPC-Nutzung?	12
7. Umwelt und Klimaschutz	13
8. Mehr Kapazitäten für die Wirtschaft	14
9. Konkrete Schritte zur Nutzung von HPC	15

1. Warum HPC für den Mittelstand?

HPC kann sich für KMU lohnen, wenn sie auf datenintensive oder komplexe Lösungen angewiesen sind, die herkömmliche Rechnerkapazitäten übersteigen. Anwendungen reichen von anspruchsvollen Simulationen, wie im Brandschutz oder der Produktentwicklung, bis hin zu Datenanalysen und maschinellem Lernen.

Für KMU ist es besonders vorteilhaft, auf externe HPC-Ressourcen zuzugreifen, da sie ohne hohe Investitionen in eigene Infrastruktur fortschrittliche Technologien nutzen können. Kooperationen mit HPC-Einrichtungen bieten nicht nur Zugang zu modernster Hardware, sondern auch Beratung und Schulungen, um den Einstieg zu erleichtern und den Nutzen zu maximieren. Weiterbildungsangebote und Förderprogramme sind speziell auf die Bedürfnisse von KMU zugeschnitten, um Know-how im Mittelstand aufzubauen und die Unternehmen weiter wettbewerbsfähig zu halten. Die Nutzung von externen HPC-Angeboten ermöglicht es KMU, ihre Rechenleistung bedarfsgerecht zu skalieren und innovative Technologien zu nutzen.

IW4.0 meets High Performance Computing (Kurzvideo)

Wie kleine und mittelständische Unternehmen in Baden-Württemberg High Performance Computing Ressourcen optimal nutzen können, erklärt Andreas Wierse, Geschäftsführer der SICOS BW GmbH.

[Zum Video](#)

2. Erfolgsbeispiele aus Baden-Württemberg

Die Erfolgsbeispiele aus Baden-Württemberg zeigen, dass die HPC-Nutzung für alle Unternehmen aller Größen attraktiv sein kann. Die Beispiele befassen sich u. a. mit der Simulation von Strömungen. Hierbei kann die Luftströmung bei Mähdreschern simuliert werden, wie das Unternehmen MANN+HUMMEL zeigt, oder bei Ventilatoren, wie ebm-papst verdeutlicht. Darüber hinaus greift Airbus Strömungen bei Hubschraubern auf oder Recon Services zeigt Möglichkeiten bei der industriellen Feuerung. Ebenso kann die HPC-Leistung für Filme genutzt werden, wie das folgende Beispiel über den Animationsfilm Biene Maja zeigt.

M.A.R.K.13

Seit einiger Zeit fliegt Biene Maja in 3D über die Leinwand deutscher Kinos. Um die Animationen des 90-minütigen Kinderfilms darstellen zu können, nutzte die Produktionsfirma M.A.R.K.13 - Com GmbH & Co. KG mit Sitz in Stuttgart und Berlin Rechenkapazitäten des Höchstleistungsrechenzentrums Stuttgart (HLRS). „Für die Berechnung der ca. 250.000 Stereobilder reichten unsere internen Ressourcen auch aus Zeitgründen nicht aus. Denn uns standen für das Projekt nur wenige Monate zur Verfügung“, sagt Holger Weiss von M.A.R.K.13. „Heute können wir beim HLRS teils bis zu 50 Prozent schneller rechnen.“

Schnelle Ergebnisse am Supercomputer

Biene Maja ist ein Stereofilm, bei dem jedes einzelne Bild zweimal berechnet werden musste; einmal für die Perspektive des linken und einmal für die des rechten Auges. Je nach Bildinhalt (einfacher Hintergrund oder komplexes Umfeld) variierte die Rechenzeit zwischen 30 Minuten und drei Stunden pro Bild. Durchschnittlich lag die Zeit bei Biene Maja bei zwei Stunden pro Bild, da der Film auf einer Wiese mit vielen Gräsern, Tautropfen, Sonnenlicht und transparenten Flügeln spielt und damit viele Details zeigt.

„Auf einem handelsüblichen PC sind solche Zeiten nicht zu erreichen“, sagt Andreas Wierse, Geschäftsführer der SICOS BW, die M.A.R.K.13 den Zugang zu den HLRS-Ressourcen vermittelt hat und den Prozess begleitet. „Dank der hohen Bandbreite des HLRS-Supercomputers konnten schnelle Ergebnisse erzielt werden“.

Anmieten externer Ressourcen oft zu teuer

Animationsstudios müssen oft gegen Ende ihrer Projekte zusätzliche Rechenleistungen erwerben, um Zeitfristen einzuhalten. Das Anmieten externer Ressourcen (Cluster) ist oft kostenintensiv und die Nutzungsmöglichkeiten sind meist nicht sehr flexibel. Das HLRS in Stuttgart oder das Scientific Computing Center (SCC) in Karlsruhe bieten als wissenschaftliche Rechenzentren auch Möglichkeiten der kommerziellen Nutzung. Rechenleistungen sind dort flexibel anzumieten und preislich attraktiv. SICOS BW berät auch bei der Anpassung bestehender Prozesse

an die Besonderheiten der extern stationierten Supercomputer. „Wir können auf die Rechnerkapazitäten des HLRS bedarfsgerecht zugreifen und zahlen dafür nur im Bedarfsfall; das verschafft uns große Flexibilität“, so Holger Weiss, Head of Animation bei M.A.R.K.13.



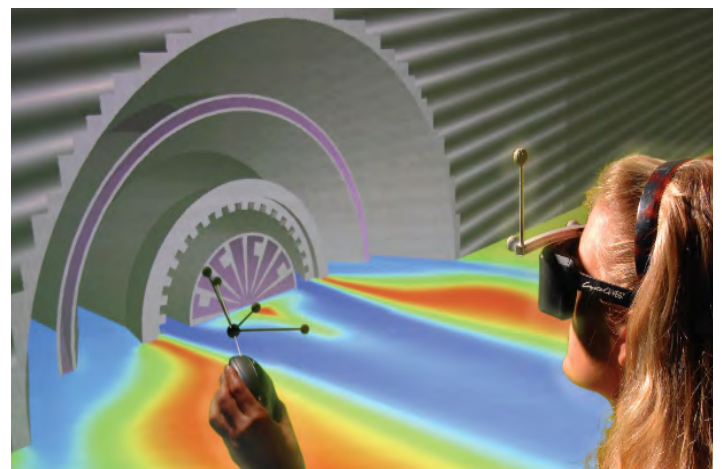
RECOM Services

Ohne Höchstleistungsrechner kommt die Stuttgarter RECOM Services meist nicht aus. Das Unternehmen widmet sich seit 1999 rechnergestützten Studien zur Problemanalyse, Design- und Prozessoptimierung industrieller Feuerungen. Jeder Brennstoffwechsel, jede Anlagenmodernisierung, jegliche Modifikation des Gesamtprozesses birgt technische Risiken, die den sicheren Anlagenbetrieb gefährden und die Betriebskosten in die Höhe schnellen lassen können. Mit Hilfe der speziell von RECOM Services für industrielle Feuerungen entworfenen 3D-Simulationssoftware RECOM-AIOLOS können die Verbrennungs- und Schadstoffbildungsvorgänge des Anlagenprozesses in der virtuellen Realität abgebildet werden, ohne dass es zu Auswirkungen auf den laufenden realen Betrieb kommt.

„Es ist für die Betreiber von Brennkammern und Hersteller von Anlagentechnik extrem wichtig, die Risiken im Anlagenprozess frühzeitig zu erkennen und so eine Kostenkontrolle zu erreichen“, sagt Dr. Benedetto Risio, Geschäftsführer der RECOM Services GmbH. „Wir können mit unserer Software alle relevanten Fragestellungen simulieren. Unsere Kunden haben zwar oft eigene Kapazitäten für die Simulation, die Abbildung des Gesamtanlagenprozesses ist aber für sie zu aufwendig und erfordert speziell geschultes Personal.“ Wer bei RECOM Services arbeitet, benötigt deshalb auch spezielles Know-how, wie z. B. Kenntnisse im Höchstleistungsrechnen aber auch verfahrenstechnische Grundlagen in der Kraftwerkstechnik. Die durchschnittliche Einarbeitungszeit von rund einem Jahr wollen sich seine Kunden in diesem Maße oft nicht leisten.

Maßgeschneidertes 3D-Feuerraum-Simulations-Programm

Für ihre Projekte nutzt RECOM Services die maßgeschneiderte 3D-Simulationssoftware RECOM-AIOLOS, ein gemeinsam mit dem Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen (IVD) – heute Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik (IFK) – entwickeltes 3D-Feuerraum-Simulationsprogramm. Um sicher zu stellen, dass die in der virtuellen Realität abgebildeten Prozesse mit der realen Welt übereinstimmen, werden als Ausgangspunkt für eine vorgegebene Anzahl von Betriebszuständen simulierte und gemessene Werte verglichen. Erst bei ausreichender Übereinstimmung können dann zum Beispiel Variationen bei der Brennstoffzusammensetzung oder bei Veränderungen am Brenner zuverlässig simuliert werden. Wenn die eigenen Rechenkapazitäten von RECOM Services nicht ausreichen, greift das Unternehmen auch auf die des Höchstleistungsrechenzentrums Stuttgart zu. „Mit diesen können wir Forschungen für die Simulationsdienstleistungen von Morgen durchführen“, führt Risio aus. Zu aktuellen Projekten zählt u. a. die Entwicklung genetischer Algorithmen zur automatischen Optimierung von Design und Betrieb industrieller Kessel.



Attraktives Nischendasein

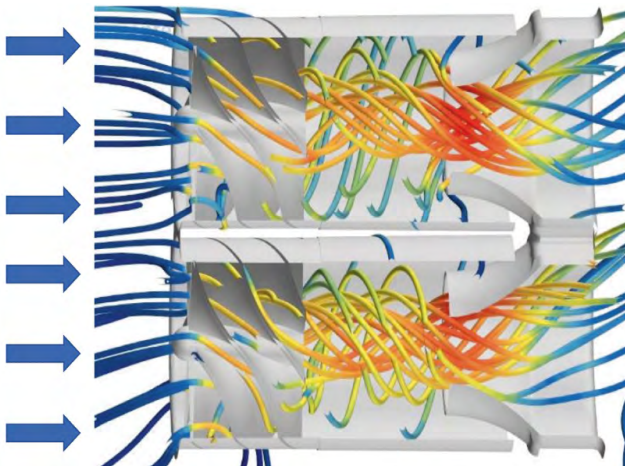
Mit ihrer Dienstleistung bewegt sich RECOM Services in einer attraktiven Nische. Nahezu alle Betreiber von Brennkammern, darunter die großen Energieversorger, sowie die deutschen Hersteller von Anlagentechnik, nutzen die Simulationskompetenz des Unternehmens. Auch in Belgien, den Niederlanden, Polen, Großbritannien sowie in Übersee hat RECOM Services bereits Fuß gefasst.

Zukunft ist gewiss

„Die grundlegenden Fragestellungen sind länderübergreifend gleich, nur die Schwerpunkte ändern sich“, sagt Rizio. Aktuell stehen in Europa z. B. Aspekte rund um die Flexibilisierung des Kraftwerksbetriebs oder die Verbrennung von Biomasse auf der Prioritätenliste der Kunden – in Übersee eher Themen rund um die Emissionsminderung. Die Zukunft sieht Rizio positiv: „Unsere Simulationsvorhersagen sind so verlässlich, dass unsere Kunden auf dieses kostengünstige Werkzeug beim Bau und Betrieb von industrieller Feuerungstechnik nicht mehr verzichten wollen.“

MANN+HUMMEL

Die Luftfiltration in industriellen und landwirtschaftlichen Umgebungen stellt eine große Herausforderung für die verwendeten Filtersysteme dar. In Fahrzeugen wie Muldenkippern oder Mähdreschern müssen sie große Luftvolumenströme mit einem sehr hohen Staubgehalt reinigen. Gleichzeitig muss die Lebensdauer der verwendeten Filter maximiert werden, um einen effizienten und wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten. Für diese Anwendungen werden Filtersysteme eingesetzt, bei denen ein vorgeschalteter Vorabscheider bereits den größten Teil der Partikel aus dem angesaugten Luftstrom entfernt. Die verbleibenden Partikel werden dann durch ein ein- oder mehrstufiges Filtersystem aus der Luft entfernt. Staubvorabscheider spielen daher eine Schlüsselrolle bei der Luftbehandlung, zusätzlich zur Leistung des verwendeten Filterelements. Die Lebensdauer des Filterelements kann erheblich verlängert werden, was einen wirtschaftlichen Betrieb der Maschinen ermöglicht.



Ein wesentlicher Aspekt der von MANN+HUMMEL entwickelten Komplettfiltersysteme ist die Optimierung der Zyklon-Vorabscheider. Modernste Simulations- und Messmethoden werden im gesamten mehrstufigen Prozess von der Vorentwicklung bis zum Endprodukt eingesetzt. Diese Methoden tragen entscheidend dazu bei, die Abscheideleistung zu erhöhen und gleichzeitig den Druckverlust zu minimieren und den Prozess zu beschleunigen.

Die Auswahl des geeigneten Turbulenzmodells und seiner Erweiterungen sind Schlüsselfaktoren für die Genauigkeit der erzielten Simulationsergebnisse. Für den Vergleich von Messung und Berechnung wird besonderes Augenmerk auf die Injektion der Staubpartikel gelegt. Sie wird

in der Simulation basierend auf der Geometrie und Position des Staubinjektors in der Messung exakt nachgebildet, um die Vergleichbarkeit zwischen Messung und Simulation zu gewährleisten. Zur Validierung der Abscheideleistung werden standardisierte Stäube mit der in der Simulation simulierten Partikelgrößenverteilung verwendet. Die exakte Lage der Druckmesspunkte wird auch in der Simulation berücksichtigt.

Die auf 256 Kernen auf dem Supercomputer des Höchstleistungsrechenzentrums Stuttgart (HLRS) durchgeführten Berechnungen dauern ca. 2,5 h und lassen sich somit problemlos in den dynamischen Entwicklungsprozess integrieren. Es zeigt sich, dass die Abscheideleistung eines Zyklonblocks dadurch signifikant erhöht werden kann. Mit CFD-Simulationen werden zahlreiche Varianten mit unterschiedlich dimensionierten und angeordneten Zyklonen berechnet. Der Schritt von der Grundtopologie zur optimierten Topologie führt zu einer Reduzierung von mehr als 50 % der Standardabweichung des Volumenstroms im Staubaustrag über alle Zyklonzellen. Die daraus resultierende Verbesserung des Abscheidegrades wurde durch Experimente bestätigt und die des Filterelements wurde um 28 % mit der optimierten Topologie des Zyklonblocks erhöht.

ebm-papst

Ingenieure des Herstellers ebm-papst führen aeroakustische Simulationen auf dem Supercomputer des HLRS durch, um die Produktentwicklung zu beschleunigen.

Das in einer kleinen Stadt im Jagsttal im Norden Baden-Württembergs angesiedelte Unternehmen [ebm-papst](#) ist einer der weltweit führenden Hersteller von hochwertigen Ventilatoren und Elektromotoren. Zu den Industriekunden zählen Hersteller von Heizungs-, Klima- und Kälteanlagen. Die Produkte des Unternehmens werden weltweit vertrieben.

Da viele Produkte von ebm-papst in unmittelbarer Nähe zu Menschen eingesetzt werden, liegt ein Fokus auf der Entwicklung geräuscharmer Ventilatoren. Für diese Forschungs- und Entwicklungsarbeit hat sich das Unternehmen an das Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS) gewandt, um Zugang zu Supercomputern zu erhalten. Mit dem Flaggschiff-Rechner des Zentrums führen Ingenieure von ebm-papst hochauflösende Aeroakustik-Simulationen durch. Diese helfen ihnen dabei, ein tieferes Verständnis der komplexen Schallentstehungsmechanismen von Ventilatoren zu erlangen.

Betreut wird diese Arbeit von Dr. Andreas Lucius, einem Ingenieur in der Vorentwicklungsabteilung von ebm-papst, der Berechnungsmethoden für die aeroakustische Simulation bewertet und entwickelt. Zwar setzt das Unternehmen seit vielen Jahren Simulationen zur Modellierung der Aerodynamik auf dem firmeneigenen Rechencluster ein, die aeroakustische Simulation stellt jedoch andere Anforderungen, für die ein Supercomputer wie der am HLRS, die idealen Voraussetzungen liefert.

„Wir haben ein kleineres Computercluster im Haus, das für viele herkömmliche Aerodynamiksimulationen ausreicht, aber aeroakustische Simulationen erfordern mehr Leistung“, erklärt Lucius. „Wir brauchen für die Auflösung kleiner turbulenter Strukturen ein sehr feines Rechengitter und andere Modellierungsansätze. Dies kann schnell mehr als 10.000 CPU-Stunden in Anspruch nehmen, erfordert hochparallele Hardware und dauert auf unseren eigenen Systemen zu lange. In diesen Situationen erhalten wir dank des HLRS-Supercomputers unsere Ergebnisse viel schneller.“

Simulation ergänzt Messungen bei der Lokalisierung von Schallquellen

Bei der Simulation eines sich drehenden Ventilators verwenden Ingenieure die Konstruktionsdaten der Maschine und unterteilen den umgebenden Bereich rechnerisch in ein feinmaschiges Gitter. Mit kommerzieller Software berechnen sie dann, wie sich die Luft in jeder dieser Zellen im Lauf der Zeit bewegt. Auf der Grundlage physikalischer Prinzipien helfen die Simulationen den Ingenieuren, Stellen zu identifizieren, an denen unerwünschte Turbulenzen oder Druckschwankungen auftreten könnten. Beides erzeugt Druckwellen in der Luft, die das menschliche Ohr als Schall wahrnimmt.

Bei ebm-papst wird die aeroakustische Simulation iterativ ergänzend zu Experimenten eingesetzt. Bei der Entwicklung eines neuen Ventilators können Simulationen beispielsweise frühzeitig Informationen liefern, mit deren Hilfe Ingenieure schneller zu leiseren Designs gelangen. Gleichzeitig lassen sich die aus Experimenten gewonnenen Daten zur Validierung und Verbesserung der Präzision und Zuverlässigkeit von Berechnungsmodellen verwenden.

Von Vorteil sind für das Unternehmen die geringeren des HLRS im Vergleich zu kommerziellen Cloud-Anbietern. „Für jedes Experiment müssen wir einen Prototyp bauen, den Windkanal betreiben und Messungen durchführen. Das kostet Zeit und Geld“, erklärt Lucius. „Wenn wir die Simulationsgenauigkeit verbessern können, hilft das uns weiter in der Geschwindigkeit des Entwicklungsprozesses und hat ein enormes Einsparungspotential.“

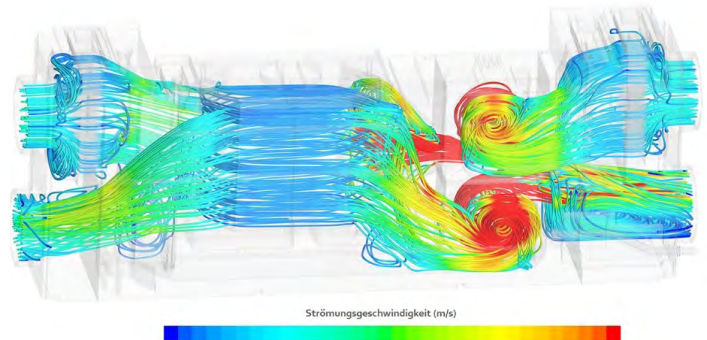


Bild: Stromlinien aus der Simulation eines Belüftungsgerätes mit 2 Radialventilatoren.

Airbus

Mit den Supercomputern des HLRS unterstützten Forscher der Universität Stuttgart Airbus bei der Entwicklung des RACER-Hubschraubers der nächsten Generation.

Mit dem Aufkommen von Flugtaxi und Drohnen-basierten Lieferdiensten steigt die Nachfrage nach einer neuen Generation von Hubschraubern, die so sicher, leise und energieeffizient wie möglich sind. Eine Forschungsgruppe unter der Leitung von Prof. Manuel Keßler am Institut für Aerodynamik und Gasdynamik (IAG) der Universität Stuttgart hat sich mit der Beantwortung dieser Frage beschäftigt. Das Team von Keßler konzentriert sich seit langem auf die Verbesserung von Hubschraubern, indem es Supercomputer am Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS) einsetzt, um die komplexe Aerodynamik im Umfeld von Hubschrauberrotoren zu verstehen.

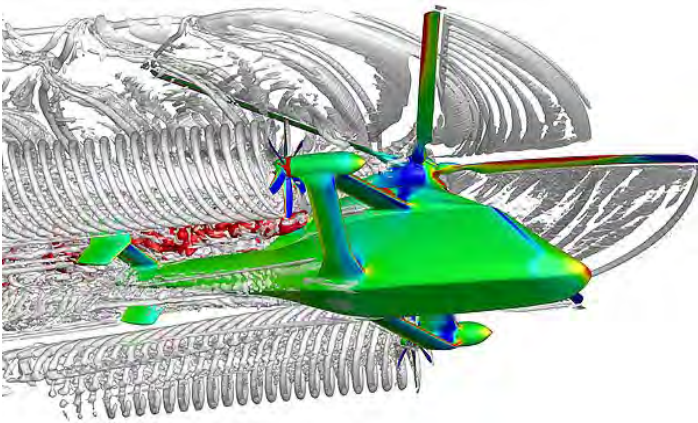
„Meine Gruppe beschäftigt sich seit zweieinhalb Jahrzehnten mit diesem Thema und während dieser Zeit haben wir eng mit der Industrie zusammengearbeitet“, so Keßler. „Sie kommen mit Fragen zu uns, bei denen sie Unterstützung benötigen, und wir stellen ihnen Wissen und Erkenntnisse sowie Simulationswerkzeuge zur Beantwortung dieser Fragen zur Verfügung. Wir arbeiten seit langem mit Airbus Helicopters zusammen und sie verwenden in ihrer Forschung viele der gleichen Werkzeuge wie wir. Die Ergebnisse unserer Forschung fließen also direkt in industrielle Produkte ein.“

Vor kurzem arbeiteten Keßler und seine Kollegen eng mit Airbus an Modellierungs- und Simulationsfragestellungen zusammen, um den Lärm zu reduzieren und die Flugdynamik des neuen RACER-Prototyps des Unternehmens besser zu verstehen. Der RACER, der seinen ersten Testflug im April 2024 absolvierte, ist insofern ungewöhnlich, als er sowohl Hubschrauberrotorblätter als auch Flugzeugpropeller an den Tragflächen hat. Diese Merkmale werden es dem neuen Flugzeug ermöglichen, in Notsituationen schneller zu reagieren. Die Zusammenarbeit zur Verbesserung des RACER durch Modellierung und Simulation ist ein Beispiel dafür, wie öffentliche HPC-Zentren zur wirtschaftlichen Entwicklung und Wettbewerbsfähigkeit Europas beitragen.

In Zusammenarbeit mit Airbus und im Rahmen des Projekts CA³TCH im Rahmen des Programms „Clean Sky 2“ der Europäischen Union hat das Team von Keßler das neue RACER-Design modelliert, um sowohl den von ihm erzeugten Lärm zu reduzieren, als auch ein umfassenderes Verständnis der Flugdynamik zu erlangen. Auf diese Weise können sie das Risiko vor dem ersten Flug des Fluggeräts senken.

Das Team führte eine Reihe von Simulationen unter verschiedenen Bedingungen durch, wie z. B. das Schweben bei Seitenwind und die Bestimmung des sogenannten „Rollwinkels“ oder des maximalen Seitenwinkels, bei dem das Fluggerät kippen kann, bevor die Propeller den Boden berühren. Da RACER sowohl über einen traditionellen Rotor als auch über Flügel verfügt, gibt es nur sehr wenige experimentelle Daten, auf die man sich stützen kann, was den Bedarf an Modellierung und Simulation noch größer macht.

„Aufgrund unseres bewährten Arbeitsablaufs und der guten Beziehung, die wir zu unseren Partnern in der Branche aufgebaut haben, nehmen diese unsere Simulationen ernst, wenn wir darauf hinweisen, dass ein Modell ein Stabilitätsproblem haben könnte“, so Keßler. „Ich habe immer gesagt, dass es unsere Aufgabe ist, dafür zu sorgen, dass die Piloten nach dem ersten Testflug eines Flugzeugs mit einem Grinsen im Gesicht aussteigen und während des Fluges nicht geschwitzt haben.“



3. Anwendungsbereiche im Überblick

Die Anwendungsmöglichkeiten von HPC für KMU gehen weit über die oben beschriebenen Erfolgsbeispiele hinaus. Sie reichen von komplexen Berechnungen über effizientere Datenanalysen hin zum Erkennen von verschiedenen Mustern. Im Folgenden werden konkrete Anwendungsbereiche dargelegt.

Simulationen

Strömungen in der Luft- und Raumfahrt, Automobilindustrie oder bei Haushaltsgeräten sowie neue Materialien mit verbesserten Eigenschaften (z. B. Festigkeit, Leitfähigkeit) können mithilfe von Simulationen berechnet werden. Ebenso können Simulationen von Wind- und Solaranlagen zur Maximierung der Energieausbeute durchgeführt werden. Mechanische Simulationen von Produkten können gerechnet werden, um Materialstärken, Belastungen oder Deformationen zu optimieren. Thermodynamik-Simulationen können in Anwendungsfällen eingesetzt werden, bei denen das Wärmemanagement in Elektronikgeräten oder Gebäuden verbessert werden soll.

Big Data-Analysen

Im Bereich der Marktforschung und Kundenanalyse kann die Verarbeitung großer Datenmengen für gezielte Marketingkampagnen und Kundenbindung angeführt werden. Auch können Vorhersagen zur Erstellung von Modellen zur Absatzprognose oder Risikobewertung berechnet werden.

Künstliche Intelligenz

HPC kann beim Training komplexer Modelle zur Beschleunigung von maschinellen Lernprozessen für Sprach-, Bild- und Datenverarbeitung unterstützen. Ebenso kann es zur Optimierung von Geschäftsprozessen beitragen, indem eine Analyse von Prozessdaten zur Verbesserung der Effizienz durchgeführt wird.

Content-Produktion

Bei 3D-Modellierung und Animation kann der Einsatz von HPC ein beschleunigtes Rendering in der Film-, Spiele- und Architekturbranche unterstützen. Auch kann virtuelle Realität unterstützt werden, indem bei komplexen Szenarien HPC die Berechnung immersiver Umgebungen und dahinter liegender Simulationen übernimmt.

Logistik

Eine Verbesserung von Lieferketten und der Logistik kann durch Simulationen von Transportwegen und der Lagerlogistik zu mehr Effizienz beitragen. Auch die Berechnung optimaler Transportrouten kann unterstützt werden.

4. Kosten

Die HPC-Leistungen werden meistens im Pay-per-use-Modus abgerechnet. Dies bedeutet, dass nur die abgerufene Leistung vom KMU bezahlt wird. Die Kosten variieren sehr stark im Einzelfall. Fest steht jedoch, dass die Nutzung von HPC, z. B. im Falle eines Rechenzentrums einer regionalen Universität, durchaus attraktiv im Vergleich zu anderen Lösungen sein kann (z. B. Abo-Modelle für Cloud-Computing).

5. Leistungen

Ein Unternehmen, das HPC-Leistungen in Anspruch nimmt, erhält durch öffentliche HPC-Einrichtungen umfassende Unterstützung bei der Nutzung von Höchstleistungsrechnern und verwandten Technologien wie Simulation, Data Analytics und Künstlicher Intelligenz. Der Service umfasst insbesondere:

1. **Beratung und Analyse:** Unternehmen erhalten beispielsweise eine kostenfreie, neutrale Beratung, um den spezifischen Bedarf zu bewerten. Dies beinhaltet die Analyse von Anforderungen, das Aufzeigen von Anwendungsmöglichkeiten und die Planung geeigneter Lösungen.
2. **Vermittlung von Ressourcen:** Unternehmen erhalten Zugang zu den Rechenkapazitäten oder eine Vermittlung an andere Partnerinstitutionen, um spezifische Leistungen zu erhalten. Diese können bedarfsgerecht genutzt werden, was Flexibilität bei den Kosten ermöglicht.
3. **Begleitung bei der Umsetzung:** Die Integration der Technologien in den Betrieb des Unternehmens wird unterstützt. Dazu gehören beispielsweise die Modellierung, Berechnung und die Analyse der Ergebnisse, um eine nahtlose Einführung sicherzustellen.
4. **Zugang zu Partnernetzwerken:** Neben den Rechnerressourcen helfen die HPC-Anbieter, bedarfsgerechte Kontakte zu wissenschaftlichen und kommerziellen Partnern zu knüpfen, etwa für spezielle Simulations- oder Analyseprojekte.
5. **Förderprogramme:** Auch werden Unternehmen über mögliche Fördermittel beraten, um den Einstieg in HPC-Technologien zu erleichtern.

6. Wer sind direkte Ansprechpartner für die HPC-Nutzung?

In Baden-Württemberg gibt es mehrere HPC-Einrichtungen, die Unternehmen beim Hochleistungsrechnen unterstützen:

- **SICOS BW GmbH**

Die SICOS BW GmbH bietet Unterstützung beim Zugang zu Simulationen und Berechnung an, die Unternehmen dabei helfen, die Entwicklung zu beschleunigen, Investitionen für Neu- und Weiterentwicklungen zu reduzieren und auf diese Weise am Markt konkurrenzfähig zu bleiben. SICOS BW ist ein neutraler Partner für den baden-württembergischen Mittelstand und bietet relevante Informationen und eine individuelle, kostenfreie Beratung.

Erfahren Sie mehr auf <https://www.sicos-bw.de/hoechstleistungsrechnen>

Dr. Andreas Wierse

Tel: +49 711-342033-0

wierse@sicos-bw.de

- **Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart**

Das Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS) bietet sowohl für Großunternehmen als auch für kleine und mittelständische Unternehmen HPC-Werkzeuge und Fachwissen. Dazu zählen Lösungen, die über die reine Bereitstellung von Rechenzeit hinausgehen.

Erfahren Sie mehr auf: <https://www.hlrs.de/de/industrie>

Theodoros Markou

Tel: +49 711 685-65890

industrie@hlrs.de

- **Supercomputing-Akademie**

Aus- und Weiterbildung für die Industrie

Die Supercomputing-Akademie des HLRS ermöglicht es Berufstätigen, neben ihren sonstigen Verpflichtungen, berufsbegleitend Fähigkeiten und Kenntnisse im Bereich des Höchstleistungsrechnens zu erwerben.

Erfahren Sie mehr auf: <http://www.supercomputing-akademie.de>

Tel: +49 711 685-87269

info@hlrs.de

- **Scientific Computing Center des KIT**

Das Scientific Computing Center (SCC) ist das Informationstechnologie-Zentrum des KIT. Über das SCC erhalten Nutzer aus dem KIT sowie Industrienutzer Zugang zu Infrastrukturen des High Performance Computing (HPC) und Data Intensive Computing (DIC). Das SCC betreibt selbst mehrere Hochleistungsrechner-systeme (bwUniCluster 2.0, HoreKa) für unterschiedliche Benutzergruppen. Zudem können Wissenschaftler aus dem Land Baden-Württemberg die bwForCluster im Rahmen der bwHPC-Föderation nutzen. Neben den Kompetenzen im Bereich des HPC, ist das SCC in Forschung, Entwicklung und Transferaktivitäten im Data-Analytics und KI-Bereich aktiv. Das SCC berät bei der Beantragung von Rechenzeit auf überregionalen Hochleistungsrechnern (Tier-2), wie dem HoreKa, oder auf den nationalen Höchstleistungsrechnern (Tier-1) des Gauss Centre for Supercomputing (JSC, HLRS, LRZ).

Erfahren Sie mehr auf: <https://www.scc.kit.edu/dienste/hpc.php>

Dr. Robert Barthel

Tel: +49 721 608-48691 / Mobil +49 152 01601999

robert.barthel@kit.edu

7. Umwelt und Klimaschutz

Rechenzentren gehören zu den großen Energieverbrauchern und die damit verbundenen CO₂-Emissionen stellen eine erhebliche Herausforderung für den Klimaschutz dar. Besonders die steigende Nutzung von Anwendungen der künstlichen Intelligenz (KI) benötigt viel Rechenleistung, womit auch CO₂-Emissionen verbunden sind. HPC-Zentren sind in der Regel mit modernen Technologien ausgestattet, die eine effizientere Nutzung von Energie und Ressourcen ermöglichen. In Karlsruhe am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) steht beispielsweise der *Hochleistungsrechner Karlsruhe* (HoreKa), welcher im Jahr 2024 zu den energieeffizientesten der Welt zählte¹. Ein weiterer deutscher Hochleistungsrechner steht in Stuttgart: Das Höchstleistungsrechenzentrum (HLRS) „betreibt einen der schnellsten Supercomputer Europas [...]“. Es bietet wichtige Werkzeuge und Lösungen für die akademische und industrielle Spitzenforschung, insbesondere in den Naturwissenschaften und der Ingenieurwissenschaft.“² „Die Nachhaltigkeitsbestrebungen des HLRS wurden nach dem Eco Management and Audit Scheme (EMAS) und internationalen ISO-Normen formell zertifiziert.“³



1 Das Hauptziel der TOP500-Liste ist es, eine Rangliste von Allzwecksystemen zu erstellen, die häufig für High-End-Anwendungen verwendet werden. Die Autoren der TOP500 behalten sich das Recht vor, eingereichte LINPACK-Ergebnisse unabhängig zu überprüfen und Systeme von der Liste auszuschließen, die nicht gültig oder nicht universell einsetzbar sind. ([Introduction and Objectives | TOP500](#))

2 [Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart \(hlrs.de\)](https://www.hlrs.de/)

3 [Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart: Nachhaltigkeit & Umwelt \(hlrs.de\)](https://www.hlrs.de/nachhaltigkeit/)

8. Mehr Kapazitäten für die Wirtschaft

Das bestehende Angebot von HPC, welches zu großen Teilen für die Wissenschaft bestimmt ist, soll weiter für die kleinen und mittleren Unternehmen des Landes, insbesondere für Transfer und Innovation, geöffnet werden. Die Industrie und der Mittelstand in Baden-Württemberg sollen bestmöglich von den Recheninfrastrukturen beim Gauss Centre for Supercomputing (GCS)⁴ und dem Verbund Nationales Hochleistungsrechnen⁵ profitieren. Dafür soll besonders der Ausbau der KI-Leistung fokussiert werden und der Standort Stuttgart, in Verbindung mit München, gestärkt werden.⁶ Der Bericht „The future of European competitiveness“⁷ betont auch die Rolle der Rechenzentren mit Blick auf die Wettbewerbsfähigkeit der ganzen Europäischen Union. „Im europäischen Supercomputing-Verbund EuroHPC sind ab sofort 20 Prozent der Kapazität für KI-Nutzer reserviert. Auf die Rechenzeit kann mit speziell zugeschnitten Auswahlverfahren in kürzeren Abständen zugegriffen werden.“^{8, 9} Baden-württembergische Unternehmen sollen Zugang zu den Rechnern des GCS erhalten. Vorreiter ist das GCS-Zentrum HLRS in Stuttgart, wo bereits namhafte Unternehmen Rechenleistung für die vertrauliche Produktentwicklung nutzen; am HLRS wird auch die erste deutsche AI Factory stehen, die von der EU, Deutschland und Baden-Württemberg gefördert wird und die speziell für Unternehmen offen sein wird.

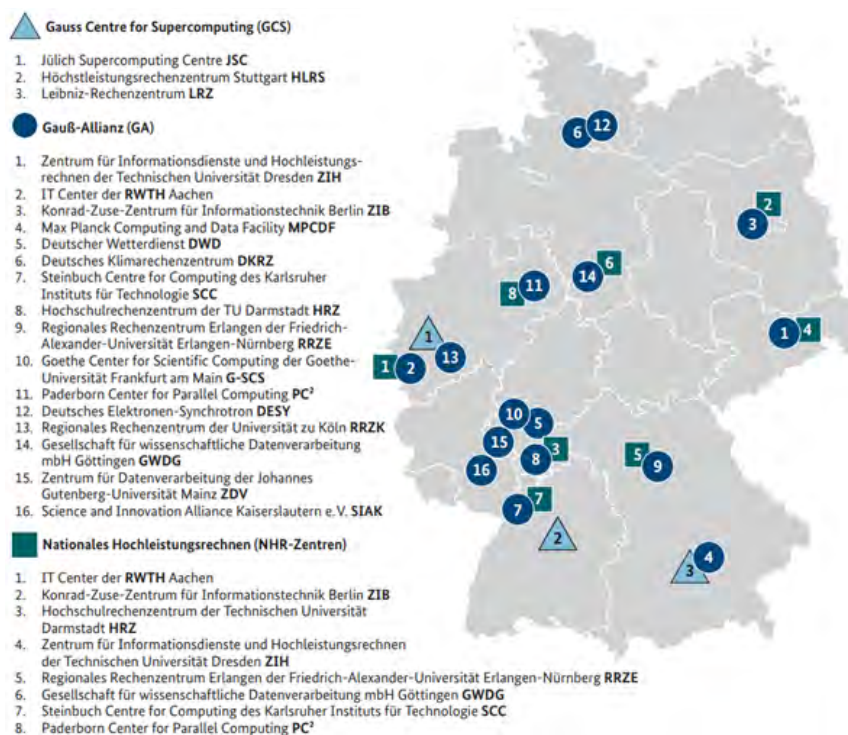


Abbildung: Die HPC-Ökosysteme in Deutschland¹⁰

4 [Gauss Centre for Supercomputing e.V. \(gauss-centre.eu\)](https://gauss-centre.eu)

5 [NHR-Verein: Wir sind Hochleistungsrechnen](https://www.nhr-verein.de)

6 [KI-Recheninfrastruktur \(bmbf.de\)](https://www.bmbf.de/kompetenzzentren)

7 [The future of European competitiveness \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/economy_finance/competitiveness_en)

8 [EuroHPC JU \(europa.eu\)](https://europa.eu/eurohpc)

9 [KI-Recheninfrastruktur \(bmbf.de\)](https://www.bmbf.de/kompetenzzentren)

10 [Rahmenprogramm HPC \(bmbf.de\)](https://www.bmbf.de/rahmenprogramm-hpc)

9. Konkrete Schritte zur Nutzung von HPC

Für KMU, die HPC nutzen möchten, um nachhaltiger zu werden, sind folgende Schritte entscheidend:

1. Bedarfsanalyse und Identifikation von Einsatzbereichen:

- Analysieren der aktuellen Prozesse und identifizieren der Bereiche, in denen HPC eingesetzt werden könnte.
- Festlegung von konkreten Zielen, die durch den Einsatz von HPC erreicht werden sollen (z. B. Verbesserung von Produkten, Energieeinsparung, Reduktion von Materialeinsatz, etc.).
- Nachhaltigkeitskriterien festlegen, die trotz oder durch die Nutzung von HPC erreicht werden sollen.

2. Partner und Dienstleister auswählen:

- Auswahl der spezialisierten Dienstleister oder Forschungsinstitutionen, die KMU bei der Implementierung von HPC unterstützen können. In Baden-Württemberg bietet sich hier SICOS BW als kompetenter Partner an.
- Unter Nachhaltigkeitsaspekten ist eine Auswahl energieeffizienter Rechenzentren sinnvoll, um den ökologischen Fußabdruck weiter zu reduzieren.

3. Optional: Fördermittel beantragen:

- Informieren über mögliche Fördermittel für den Einsatz von HPC. Sowohl auf Landes- als auch auf Bundesebene gibt es Programme, die KMU bei der Implementierung von neuen Technologien unterstützen.
- Sicherstellung aller erforderlichen Unterlagen, deren Vorbereitung und fristgerechte Einreichung.

4. Implementierung und Überwachung:

- Implementierung der HPC-Lösungen in den identifizierten Bereichen. Dabei ist es wichtig, die Fortschritte kontinuierlich zu überwachen und die Ergebnisse zu dokumentieren.
- Regelmäßige Überprüfung, ob die eingesetzten Lösungen die gewünschten Nachhaltigkeitsziele erreichen und ggf. Anpassung der Prozesse.

5. Wissensaustausch und Schulungen:

- Sicherstellen, dass das zuständige Team über das notwendige Wissen verfügt, um die HPC-Lösungen effektiv zu nutzen. Angebot von Schulungen und Weiterbildungen nutzen, um das Know-how intern aufzubauen.

Autoren

Andreas Wierse, Geschäftsführer der SICOS BW

Dr. Roland Justen, Leiter der Koordinierungsstelle der Initiative Wirtschaft 4.0 BW

Dr. habil. Silke Schmidt, Beraterin bei der Koordinierungsstelle der Initiative Wirtschaft 4.0 BW

Herausgeber

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und
Tourismus Baden-Württemberg
Schlossplatz 4 (Neues Schloss)
70173 Stuttgart
Telefon: 0711 123-0
Telefax: 0711 123-2121
poststelle@wm.bwl.de
www.wm.baden-wuerttemberg.de

Bildquellenhinweis

Titelseite: © Gorodenkoff – stock.adobe.com
Seite 5: © Studio 100 Media GmbH
Seite 6: © HLRS
Seite 7: © MANN+HUMMEL
Seite 9: © ebm-papst
Seite 10: © Airbus
Seite 13: © Johannes – stock.adobe.com

Weitere Informationen zur Initiative Wirtschaft 4.0 finden Sie unter:
www.wirtschaft-digital-bw.de



Wirtschaft digital
Baden-Württemberg

digital**LÄND**



Baden-Württemberg
Ministerium für Wirtschaft,
Arbeit und Tourismus