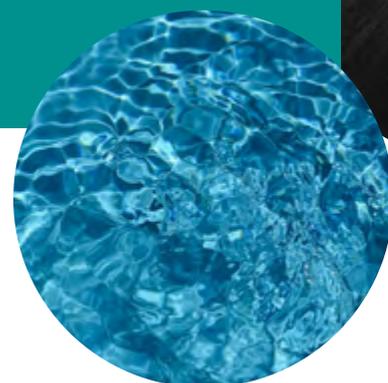
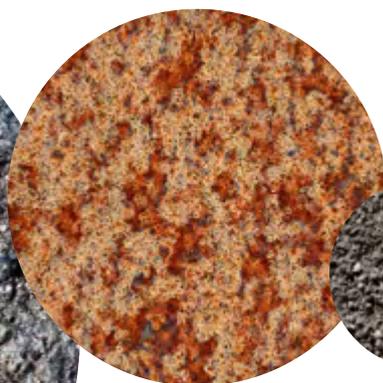
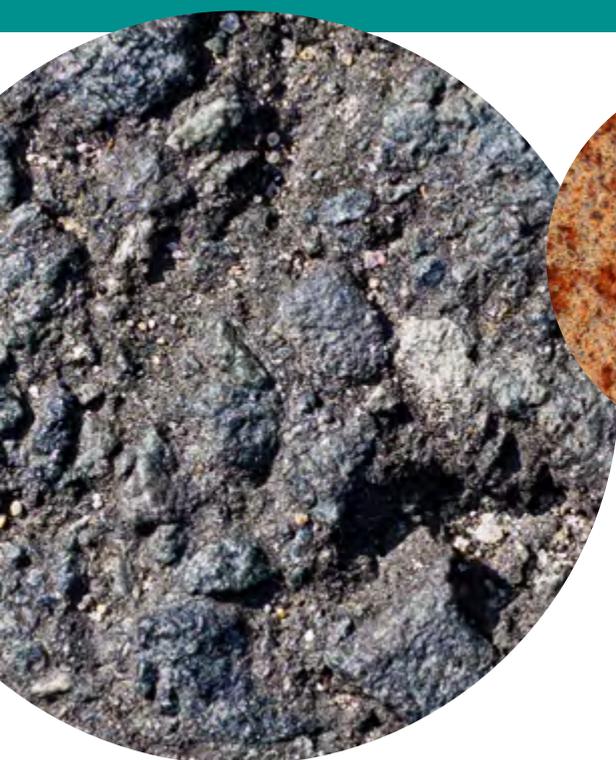


RUBIN

WISSENSCHAFTSMAGAZIN



AN DER OBERFLÄCHE

Von wegen unvorhersagbar: Erdbeben

Von wegen außerirdisch: Kreise im Kornfeld

Von wegen weiß und erhaben: Antike Statuen



In einem Müllfeuer brennen Teile sehr verschiedener Größe
aus unterschiedlichen Materialien.
(Foto: MARTIN GmbH für Umwelt- und Energietechnik)

Computersimulation

EFFIZIENT ERWÄRMT

Wie die Wärmeverteilung in riesigen Industrie-Öfen die Produkte darin beeinflusst, wollen Forschende des Sonderforschungsbereichs Bulk Reaction herausfinden. Das soll bei der Energiewende helfen.

i SONDERFORSCHUNGSBEREICH BULK REACTION

Der Sonderforschungsbereich/Transregio SFB 287 „Bulk-Reaction“ ist an der Ruhr-Universität Bochum und der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg beheimatet. 2024 startete seine zweite Förderphase durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft. Rund 40 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Ingenieurwissenschaften, der Informatik und der Physik entwickeln erstmals experimentell abgesicherte Computersimulationsmodelle für schwer kontrollierbare, aber sehr energieintensive industrielle Partikel-Umwandlungsprozesse.

Tabletten, Kaffeebohnen, Kalkstein, Holzschnitzel, Abfall: Viele Produkte, mit denen wir im Alltag zu tun haben, durchlaufen eine sogenannte thermische Behandlung. Das heißt, sie werden in Öfen erwärmt, um getrocknet, chemisch verändert, geröstet oder verbrannt zu werden. Diese Öfen können riesige Ausmaße haben. Ihr Inneres ist meist eine Blackbox: Die oft sehr hohen Temperaturen, dichte Schüttungen und teils aggressive Atmosphären machen den Einsatz von Messtechnik im Inneren zu einer großen Herausforderung.

„Man konnte auf die Erfahrung der vergangenen Jahrzehnte bauen“, sagt Prof. Dr. Martin Schiemann vom Lehrstuhl für Energieanlagen und Energieprozesstechnik der Ruhr-Universität Bochum. Wenn die Produktqualität stimmte und der Preis ok war, konnte der Prozess so bleiben, wie er immer war. Doch diese Zeiten sind vorbei: Energie ist knapp und teuer, und man will weg von fossilen Brennstoffen wie Erdgas. Deswegen wird jetzt interessant, was im Ofen wo los ist und wie man ihn möglichst effizient und eventuell mit Wasserstoff oder elektrisch beheizen kann.

Martin Schiemann und Doktorand Matthias Tyslik arbeiten im Sonderforschungsbereich Bulk Reaction daran, die Vorgänge in solchen Öfen zu simulieren. Ihre Hauptfrage ist die nach der Verteilung der Wärme, ihr Beispiel ein Kalkofen, mehrere zig Meter hoch. Mehr als 100 Tonnen Kalkstein passen hinein, die grob zerkleinert von oben hineingeschüttet und unten wieder entnommen werden. Mehr als einen Tag verbringt dabei jeder Stein im Ofen. Eine seitliche Gasflamme erhitzt den Ofen und breitet sich nach oben aus. Direkt an der Flamme werden Temperaturen von rund 1.400 Grad Celsius erreicht. Auf der gegenüberliegenden Seite des Ofens müssen es mindestens 850 Grad sein. Denn die thermische Behandlung soll dazu führen, dass im Kalkstein eine chemische Reaktion stattfindet: Kalziumcarbonat soll in Kalziumoxid umgewandelt werden, wobei das im Stein enthaltene CO_2 entfernt wird. Ziel ist es, dass sämtliche Steine, die nach ▶



Martin Schiemann (links) und Matthias Tyslik wollen simulieren, wie sich die Wärme in industriellen Öfen verteilt. (Foto: dg)

Holzpellets gehören zu den vielen Produkten, die in Öfen eine thermische Behandlung durchlaufen. Je nach Produkt kann die erforderliche Temperatur verschieden sein. (Foto: dg)

ihrer Passage des Ofens unten wieder entnommen werden, komplett durchreagiert sind.

„Wir wollen deswegen genau wissen, wie sich die Wärme im Ofen ausbreitet“, erklärt Matthias Tyslik. Sie wird unter anderem als Strahlungswärme von der Oberfläche des einen Steins zum nächsten weitergegeben. Dabei kommt es auch auf die örtlichen Verhältnisse an: Die Weitergabe geht nur bei Sichtkontakt, nicht über Hindernisse hinweg. Außerdem spielt der Temperaturunterschied zwischen den einzelnen Steinen eine Rolle.

Berechnungen in akzeptabler Zeit

Um die Details dieser Wärmeübertragung zu analysieren, haben die Forscher in ihrem Labor verschiedene Experimente aufgebaut. In einem beobachtet eine Wärmebildkamera eine künstliche, vereinfachte Schüttung aus Edelstahl- oder Magnesiumstäben, von denen sich einer erwärmt. Die Stäbe sind dabei geometrisch viel einfacher zu handhaben als das bei echten, gebrochenen Steinen oder faserigen Holzpellets der Fall wäre. Mit diesem geometrisch einfachen Aufbau können einige Fragen geklärt werden: Wird Wärme reflektiert? Welcher Stab erwärmt sich wie stark als erster? Welchen Einfluss hat das Material? In anderen Experimenten geht es darum, wie sich der Prozess der Wärmeübertragung verändert, wenn das Schüttgut dabei bewegt wird.

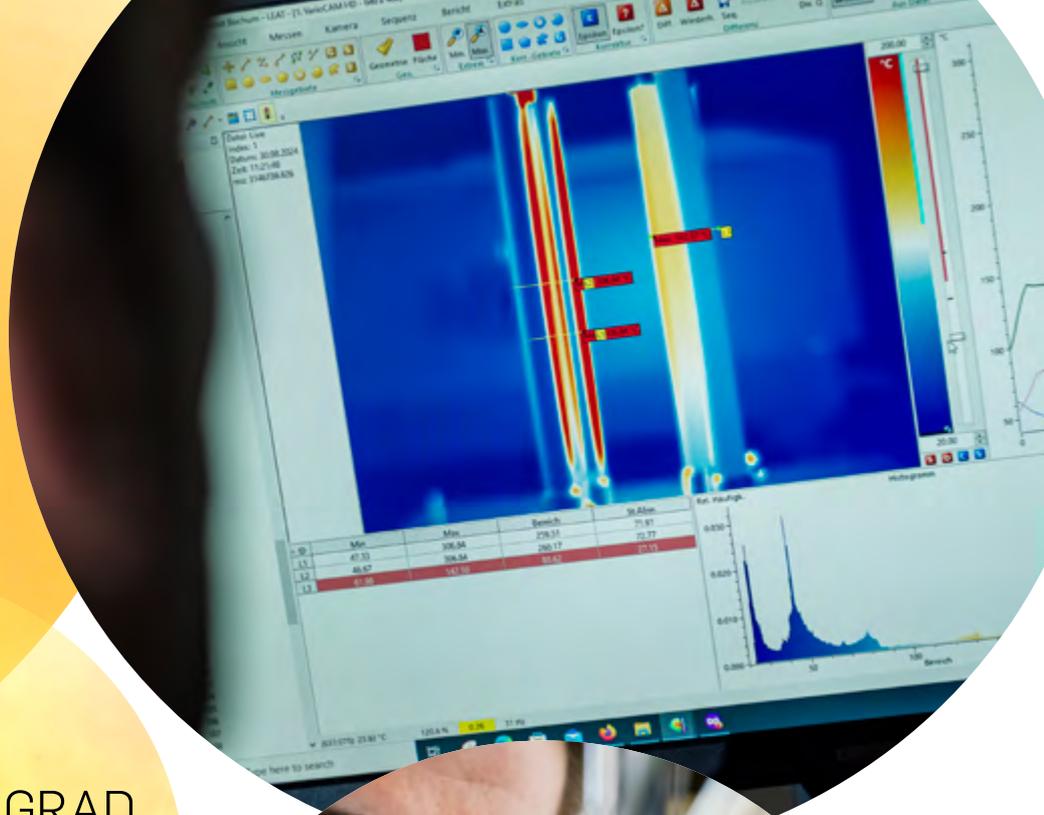
„Wenn man alle Einflussgrößen kennt, kann man solche Dinge theoretisch durchaus schon berechnen – auch für die Millionen Steine in einem Kalkofen“, sagt Martin Schiemann. „Aber man bräuchte dafür so viel Zeit und Rechenkapazität,



dass das praktisch unmöglich ist.“ Deswegen ist es auch ein Ziel, die Simulation schließlich so weit zu vereinfachen, dass sie in akzeptabler Zeit durchführbar ist, ohne dabei an Genauigkeit zu verlieren.

Dann könnte man zum Beispiel berechnen, wie die thermische Behandlung der Kalksteine abgeändert werden muss, falls man als Brennstoff statt Erdgas – wie heute üblich – Wasserstoff einsetzen würde. „Das kann man nicht einfach so machen, weil Wasserstoff ganz anders verbrennt“, erklärt Martin Schiemann. „Die Flamme wäre vermutlich kürzer, und es würden andere Schadstoffe entstehen, mit denen man umgehen müsste.“ Neben Wasserstoff käme für Kalköfen noch Ammoniak als Brennstoff infrage. „Eine elektrische Beheizung ist für die nötigen Temperaturen über 1.000 Grad in solchen Dimensionen bislang nur sehr schwer möglich“, so der Forscher. Für andere Prozesse könne man darüber aber durchaus nachdenken. Tabletten werden zum Beispiel bei höchstens 100 Grad Celsius getrocknet, Kaffeebohnen bei bis

Wie sich die Wärme verteilt, lässt sich im Experiment visualisieren. Rote Bereiche sind besonders heiß. (Foto: dg)



RUND **1.400** GRAD
CELSIUS WERDEN
DIREKT AN DER
FLAMME ERREICHT.

Eine wärmeempfindliche Kamera zeichnet genau auf, wie sich die Temperatur verteilt. Auf diesen Daten können die Forschenden dann ihre Simulation aufbauen. (Foto: dg)



zu 300 Grad Celsius geröstet. Auch hier ist die Verteilung der Wärme im Ofen entscheidend. „Wenn auch nur eine Handvoll Bohnen zu heiß geworden ist, kann man die ganze Charge nicht mehr gebrauchen“, sagt Matthias Tyslik.

Wieder andere Prozesse bringen wieder andere Herausforderungen mit sich. Bei der Müllverbrennung zum Beispiel sind die einzelnen Teile des Schüttguts sich nicht so ähnlich wie im Kalkofen. „Da sind dann auch mal Matratzen drin, oder PET-Flaschen, die bei Hitze zu kleinen Klumpen schmelzen“, erzählt Martin Schiemann. Ziel des Sonderforschungsbereichs ist es, eine Simulationsmöglichkeit zu entwickeln, die sich auf alle diese Prozesse anpassen lässt. Andere Teilprojekte widmen sich zum Beispiel dem Weg, den einzelne Partikel in einem Ofen nehmen, dem Gasfluss im Ofen oder der Wärmeübertragung durch direkten Kontakt zwischen einzelnen Partikeln.

”
WIR WOLLEN
GENAU WISSEN,
WIE SICH DIE
WÄRME IM OFEN
AUSBREITET.

“ Matthias Tyslik

REDAKTIONSSCHLUSS

Wie würde Ihnen dieses Werk an Ihrer Wand zuhause gefallen? Was hier nach moderner Kunst aussieht, ist am Lehrstuhl für Verkehrswegebau entstanden. Es handelt sich zwar nicht um ein Forschungsergebnis, aber zumindest um eine wichtige Zutat für die Projekte der Ingenieurinnen und Ingenieure: Bitumen, das Bindemittel, das die Bestandteile von Asphalt zusammenhält. Das Lehrstuhlteam untersucht unter anderem, wie man Asphalt bei niedrigeren Temperaturen als in Deutschland üblich herstellen kann und was dafür die beste Rezeptur wäre (mehr dazu auf Seite 62). So werden im Lauf eines Jahres einige hundert Liter Bitumen in der Werkhalle verarbeitet. Und was davon nicht im Asphalt landet, wird schon mal für die Produktion von Kunstwerken genutzt, die später die Büros der Ingenieurinnen und Ingenieure zieren.

Foto: RUB, Marquard



IMPRESSUM

HERAUSGEBER: Rektorat der Ruhr-Universität Bochum in Verbindung mit dem Dezernat Hochschulkommunikation der Ruhr-Universität Bochum (Hubert Hundt, v.i.S.d.P.)

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT: Prof. Dr. Birgit Apitzsch (Sozialwissenschaft), Prof. Dr. Thomas Bauer (Fakultät für Wirtschaftswissenschaft), Prof. Dr. Gabriele Bellenberg (Philosophie und Erziehungswissenschaften), Prof. Dr. Elena Enax-Krumova (Medizin), Prof. Dr. Constantin Goschler (Geschichtswissenschaften), Prof. Dr. Markus Kaltenborn (Jura), Prof. Dr. Achim von Keudell (Physik und Astronomie), Prof. Dr. Günther Meschke (Prorektor für Forschung und Transfer), Prof. Dr. Martin Muhler (Chemie), Prof. Dr. Franz Narberhaus (Biologie), Prof. Dr. Nils Pohl (Elektro- und Informationstechnik), Prof. Dr. Markus Reichert (Sportwissenschaft), Prof. Dr. Tatjana Scheffler (Philologie), Prof. Dr. Gregor Schöner (Informatik), Prof. Dr. Sabine Seehagen (Psychologie), Prof. Dr. Roland Span (Maschinenbau), Prof. Dr. Marc Wichern (Bau- und Umweltingenieurwissenschaft), Prof. Dr. Peter Wick (Evangelische Theologie)

REDAKTIONSANSCHRIFT: Dezernat Hochschulkommunikation, Redaktion Rubin, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, rubin@rub.de, news.rub.de/rubin

REDAKTION: Dr. Julia Weiler (jwe, Redaktionsleitung); Meike Drießen (md); Dr. Lisa Bischoff (lb); Raffaella Römer (rr)

FOTOGRAFIE: Damian Gorczany (dg), Schiefersburger Weg 105, 50739 Köln, Tel.: 0176 / 29706008, damiangorczany@yahoo.de, www.damiangorczany.de; Roberto Schirdewahn (rs), Offerkämpfe 5, 48163 Münster, Tel.: 0172/4206216, post@people-fotograf.de, www.wasaufdieaugen.de

COVER: Roberto Schirdewahn / Agentur für Markenkommunikation

BILDNACHWEISE INHALTSVERZEICHNIS: Teaserfotos für die Seiten 18, 26 und 52: Roberto Schirdewahn; Seite 22: Anna Schulte; Seite 62: RUB, Kramer

GRAFIK, ILLUSTRATION, LAYOUT UND SATZ: Agentur für Markenkommunikation, Ruhr-Universität Bochum, www.einrichtungen.rub.de/de/agentur-fuer-markenkommunikation

DRUCK: LD Medienhaus GmbH & Co. KG, Hansaring 118, 48268 Greven, info@ld-medienhaus.de, www.ld-medienhaus.de

ANZEIGEN: Dr. Julia Weiler, Dezernat Hochschulkommunikation, Redaktion Rubin, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, rubin@rub.de

AUFLAGE: 3.900

BEZUG: Rubin erscheint zweimal jährlich und ist erhältlich im Dezernat Hochschulkommunikation der Ruhr-Universität Bochum. Das Heft kann kostenlos abonniert werden unter news.rub.de/rubin/abo. Das Abonnement kann per E-Mail an rubin@rub.de gekündigt werden.

ISSN: 0942-6639

Nachdruck bei Quellenangabe und Zusenden von Belegexemplaren

Die nächste Ausgabe von RUBIN erscheint am 7. Januar 2025 (Sonderausgabe Extinktionslernen).