

Aufs KORN genommen

Mähdrescher, Saat- und Pflanzmaschinen arbeiten hochautomatisiert. Bei ihrer Konstruktion suchen Agrartechniker nach effizienten Entwicklungsmöglichkeiten – zum Beispiel durch Computersimulation. Was naheliegender klingt, ist hier noch Zukunftsmusik. Tatsächlich gibt es noch keine belastbaren Computermodelle für das, was die Maschinen bearbeiten sollen: Samen und Körner. Um das zu ändern, betreiben Landmaschinentechniker der Fachhochschule Köln Grundlagenforschung.

Kein Saatkorn gleicht dem anderen. Jede Pflanzenart hat ihr eigenes Samendesign: Es gibt kleine schwarze Kügelchen, andere sind länglich geformt. Kamillesamen sind hauchzart und filigran, verwehen beim leichtesten Luftzug. Sojabohnen hingegen haben eine klassische Bohnenform und sind etwa erdnussgroß. Verschiedene Formen, verschiedene Oberflächenstrukturen und teilweise knallige, unnatürliche Farben. Prof. Dr.-Ing. Till Meinel vom Institut für Landmaschinentechnik und Regenerative Energien hat in seinem Büro ein Kabinett dutzender Samenarten – in Setzkästen, geschützt hinter Glas.

Mit den Samen und Körnern von Nutzpflanzen beschäftigt er sich seit über drei Jahren besonders intensiv. Genauer gesagt mit ihren diskreten Körpern und wie man über sie eine allgemeingültige Beschreibung gewinnt. „Mit diesem Projekt werde ich sehr wahrscheinlich bis zu meiner Rente beschäftigt sein, so beliebig komplex ist das Thema“, meint der 52-Jährige. Das schreckt ihn aber nicht ab. Die Möglichkeiten, die sich durch seine Grundlagenforschung später für Konstrukteure landwirtschaftlicher Maschinen eröffnen, sind ihm eine Herzensangelegenheit.

Die glänzenden Farben der Samen in Meinels Schaukästen kommen von Beizmitteln, die die Saatguthersteller verwenden, damit die Keime im nassen Erdreich nicht faulen und sie vor ge-

fräßigen Insekten geschützt sind. Jeder Hersteller benutzt andere Beizen, dadurch sieht nicht jede Ackerbohne farblich gleich aus – und auch in der Oberflächenstruktur unterscheiden sich die Samenkörper deutlich von Beize zu Beize. Noch ein Parameter, den Professor Meinel beachten muss. Ein komplexes Thema eben.

Akkurate Kornablage

In einem Punkt sind alle Samen gleich: Auf dem Acker werden sie mit einer universell einsetzbaren Sämaschine ausgebracht und gleichmäßig, mit einem genau definierten Abstand im Boden verteilt. Radieschen im Abstand von 2,5 bis 3,5 Zentimetern, Tomaten im Abstand von bis zu 1,50 Metern. Damit immer nur exakt ein Korn an Ort und Stelle zu Boden geht, müssen entsprechende Parameter in der Sämaschine eingestellt werden, passend zur Samengröße. Mittels Unterdruck und Saugluft wird dann Korn für Korn gepickt und über Lochscheiben im Feld abgelegt.

Was am Ende so akkurat funktioniert, ist das Ergebnis einer komplexen Konstruktionsleistung. Als langjähriger Entwicklungsleiter von Landmaschinen weiß Meinel, wie aufwändig und zeitintensiv das Testen in riesigen Hallen und auf dem freien Feld ist: Auf bis zu 50 Samenarten muss die Maschine eingestellt werden. Na-

türlich versuchen die Konstrukteure, die Arbeit durch Computersimulationen zu vereinfachen, aber das „funktioniert noch nach der Trial-and-Error-Methode“, sagt Meinel. „Es gibt bislang weltweit kein belastbares Computermodell für diese Form der Naturstoffe.“ Um das zu ändern, betreibt er

jetzt Grundlagenforschung.

Wenn man den Zusammenstoß zweier Teilchen am Computer simulieren will – und genau das passiert, wenn Saatgut durch die Rohre und Schlauchsysteme einer Sämaschine wandert –, braucht man bestimmte Parameter: Form und Dichte der Teilchen, Lage des Schwerpunkts und Elastizitätsmodul sind wichtige Kennwerte. Außerdem spielen noch externe Faktoren eine Rolle wie Feuchtigkeit, Trockenheit und die chemischen Ummantelungen. „Wir wollen eine Methodik erarbeiten, wie man auf Basis einer standardisierten Prozedur Saatgüter so beschreiben kann, dass sie sich in der Computersimulation genauso verhalten wie in der Natur“, sagt Meinel.

Erdstoffe sind komplizierter als Samen

Das Interesse an einer kommerziell nutzbaren Naturstoff-Datenbank ist groß: Vier Industriepartner sind an dem BMBF-Projekt „Anwenderfreundliche Discrete Element Method-Datenbank für landwirtschaftliche Stoffe (ADALS)“ beteiligt. Die Technische Universität Dresden ist als Promotionspartnerin eingebunden. Im Hallenbereich des Campus Deutz untersucht Doktorand und ADALS-Projektkoordinator Andreas Prüfer am Trommelprüfstand die Stoffeigenschaften von vierzehn verschiedenen Samen und Granulaten.

„Mit der Simulation von Naturstoffen stehen wir gerade erst am Anfang“, sagt Prüfer. Bevor er als Doktorand an die Fachhochschule Köln kam, beschäftigte er sich an der TU Dresden mit der Simulation von Grabprozessen im Boden. Aber die Erfassung und Abbildung der Eigenschaften von Erden wie Kies, Sand oder Ton sei noch komplizierter. Da man in der Wissenschaft vom Einfachen zum Komplizierten arbeitet, hat sich Andreas Prüfer den Granulaten zugewandt.

Im Trommelprüfstand rotieren die Körper wie in einer Wäscheschleuder in unterschiedlichen Geschwindigkei-

ten durch den Zylinder und bilden eine sogenannte Materialniere. Deren Form und Ausprägung ist von der jeweiligen Drehgeschwindigkeit der Trommel abhängig. Parallel zum realen Experiment läuft eine Computersimulation. „Wenn unsere Parameter für die Stoffeigenschaften stimmen, sollten die auftretenden Phänomene in beiden Fällen die gleichen sein“, so Prüfer.

Für diese Versuchsreihen muss jede Samenart vorab dreidimensional erfasst werden: die Kontur, die unterschiedliche Ausprägung der Oberfläche, die Elastizität, die Reibwerte. Daraus lassen sich beispielsweise die Ellipsen und die Schüttdichte errechnen. Bilden Körner einen Haufen, wird zwischen den einzelnen Körpern Luft eingeschlossen. Das Volumen der Luft hängt wieder ab von der jeweiligen Kornform. Nur einer von verschiedensten Einflüssen, die Till Meinel und Andreas Prüfer untersuchen.

Institut als Kompetenzzentrum etablieren

„Wir haben bereits eine große Menge an Stoffdaten erfasst, jetzt laufen diverse Simulationen, in denen wir versuchen, Realität und Simulation auf die gleiche Waage zu bringen“, erzählt Prüfer. „Gerade verfolgen wir das Ziel, den jeweiligen Winkel der Körner, die durch die Trommel wirbeln, möglichst gleich zu simulieren.“ Bei seinen Untersuchungen bindet der Doktorand immer wieder Maschinenbau-Studenten mit ein, die mit ihren Projekt- und Abschlussarbeiten

Stück für Stück die Datenbank erweitern. Ziel ist es, ein prognosetaugliches Werkzeug für die Konstrukteure zu entwickeln. Die Datenbank mit den Stoff- und Simulationsparametern bildet dabei einen wichtigen Schwerpunkt. Till Meinel und Andreas Prüfer sind zuversichtlich, dass in zehn Jahren die Computersimulation auf Partikelbasis mit der *Discrete Element Method* gängige Praxis in der Agrartechnik sein wird. Ihre Datenbank wird dafür ein wichtiger Beitrag sein. Dann hätte sich die Hochschule auf diesem Gebiet als Kompetenzzentrum etabliert. mp

BMBF-Projekt Anwenderfreundliche Discrete Element Method-Datenbank für landwirtschaftliche Stoffe (ADALS)

Projektleitung Fachhochschule Köln, Institut für Landmaschinentechnik und Regenerative Energien

Kooperationspartner Technische Universität Dresden, Professur für Agrarsystemtechnik; Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG; Claas Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH; Kverneland Group Soest GmbH; Lemken GmbH & Co. KG; Rauch Landmaschinenfabrik GmbH



Foto: Heike Fischer, FH Köln

(v. l.) Andreas Prüfer und Prof. Dr.-Ing. Till Meinel wollen mit ihrer Grundlagenforschung die Hochschule als Kompetenzzentrum für Landmaschinenhersteller etablieren.