

## VERFAHRENSTECHNIK



## INTRO

## Verstehen und verbessern

Die Verfahrenstechnik hat die Aufgabe, komplexe Produktionsprozesse systematisch zu erfassen, darzustellen und zu verbessern. Dazu zerlegt sie die Prozesse in eine überschaubare Anzahl von Grundoperationen. Sie analysiert die Grundstoffe der Produktion und ihr Verhalten und behält zugleich den Gesamtprozess im Auge. Dank IT können solche Produktionsprozesse heute immer besser digital dargestellt und überwacht werden. Insbesondere in der chemischen Industrie führen komplexe technische Anlagen und die zunehmende Automatisierung zu steigender Nachfrage nach gut ausgebildeten Verfahrenstechnikern.

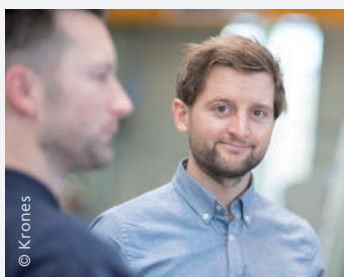
## VERFAHRENSTECHNIK

## Spezialisten für alle Fälle

Verfahrenstechnikingenieure sind universelle Problemlöser in der industriellen Produktion. Dazu nutzen sie Werkzeuge der Ingenieur- und Naturwissenschaften und setzen sie für die optimale Herstellung eines bestimmten Artikels ein. Sie entwickeln oder verbessern Produktionsprozesse und gewährleisten, dass am Ende Produkte in möglichst hoher Qualität und Stückzahl herauskommen. Maschinen und sonstige Hardware überlassen sie weitgehend den Maschinenbauern und Bauingenieuren. So weit, so gut. Allerdings hat die ganze Wahrheit noch mehr Facetten. Das Berufsbild von Verfahrenstechnikingenieurinnen und -ingenieuren hat sich

in den vergangenen Jahrzehnten immer weiter aufgefächert. Sie sind an der Forschung, Entwicklung und Planung, am Bau und am Vertrieb von Apparaten und Anlagen beteiligt. Sie beraten Kunden und Anwender in technischen Fragen oder akquirieren Projekte. Während man einst Verfahrenstechniker vor allem in der chemisch-pharmazeutischen Industrie fand, sind sie heute in nahezu allen Branchen beschäftigt. So werden Verfahrenstechniker mittlerweile auch in der Produktion von Grundstoffen, Lebensmitteln, im Apparatebau und bei der Energieversorgung benötigt.

Weitere wachsende Arbeitsfelder sind  
weiter auf S. 2


**PORTRÄT**  
**Der Schnittstelleningenieur**

Jungingenieur Christian Kloner arbeitet als Verfahrenstechniker bei der süddeutschen Krones AG (Abfülltechnik) an der Schnittstelle zwischen den Konstrukteuren und den Elektrotechnikern.

weiter auf S. 2–4


**ANWENDUNGSBEISPIELE**  
**Neue Verfahren**

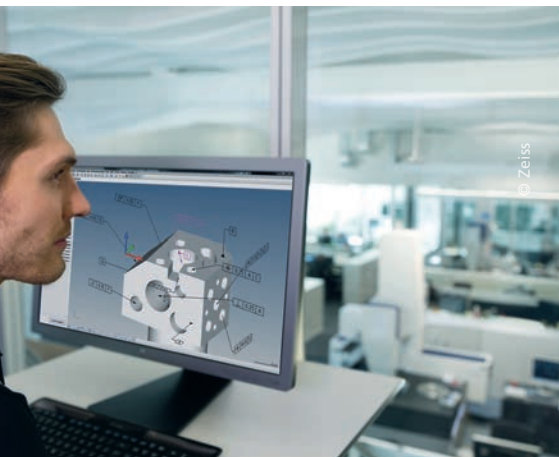
Verfahrenstechnik spielt im Bereich der erneuerbaren Energien ebenso eine Rolle wie bei der Herstellung von Kaugummi. Unsere Anwendungsbeispiele zeigen, wo die Spezialisten eingesetzt werden.

weiter auf S. 5–6

Bio- und Nanotechnologie. Wer auf einem dieser Felder besonders begabt ist und womöglich noch etwas von IT, Regelungstechnik oder Betriebswirtschaft versteht, dem bieten sich spannende Chancen auf ein vielseitiges Berufsfeld.

Zum Beispiel in der Chemieindustrie. Zur reibungslosen Funktion aller Prozesse benötigen Chemieunternehmen eine zuverlässige Stromversorgung. Allerdings nehmen Netzschwankungen zu. Verfahrenstechnikingenieure arbeiten hier für eine unterbrechungsfreie Stromversorgung, damit die Produktion nicht zum Erliegen kommt.

Auch in der Produktion werden Verfahrenstechniker gebraucht. Im Zuge der Entwicklung zur Industrie 4.0 werden die intelligente Vernetzung sowie der Schutz von Anlagen und Komponenten immer wichtiger. Damit steigen die Anforderungen an die Programmierer. Verfahrenstechniker im Bereich IT entwickeln Netzwerkkomponenten für spezielle Aufgaben. Sie sorgen für eine sichere drahtlose Übertragung von Signalen, entwickeln Notfallszenarien und Ersatzverfahren, die bei einer Leistungsstörung die Produktion aufrecht erhalten.



Die IT ist in der Verfahrenstechnik ein zentrales Werkzeug

Einige Verfahrenstechnikingenieure befassen sich auch mit winzigen Details. Wie verhalten sich Tropfen, Körner, Zellen oder Gasblasen an bestimmten Stellen des Produktionsprozesses? Ob die Produktion reibungslos verläuft und am Ende ein perfektes Produkt entsteht, hängt oft vom Verhalten dieser kleinsten Einheiten ab. Deshalb hat sich zum Beispiel das Berliner Hightech-Start-up Sopat darauf spezialisiert, den Produktionsprozess mit innovativer IT bis ins Detail zu durchleuchten. Wissen die Verfahrenstechniker, wie sich Partikel während der Produktion verhalten, lassen sich chemische und biotechnologische Prozesse optimieren und steuern.

## PORTRÄT

# Der Schnittstelleningenieur

**Auf der einen Seite das Wissen ums große Ganze. Auf der anderen Seite die Details im Blick. Das ist die Welt der Verfahrenstechnikingenieure. Christian Kloner ist einer von ihnen. Bei der süddeutschen Krones AG, dem führenden Systemlieferanten für die Getränkeindustrie, beschäftigt sich der Jungingenieur mit einem relativ jungen Thema: aseptische Abfüllung – also das Verpacken unter sterilen Bedingungen.**



Verfahrenstechnikingenieure müssen in vielen Disziplinen zuhause sein

Welches Ventil muss wo sitzen, um eine sterile Produktion zu gewährleisten? Wie groß muss der Füller sein? Und wie hoch ist die Füllgeschwindigkeit? Diese und viele weitere Fragen musste Christian Kloner für sein jüngstes Projekt beantworten, ein Verfahren für eine Abfüllanlage in Saudi-Arabien: „Auch bei diesem Projekt gab es viele Einzelaspekte aus unterschiedlichen technischen wie chemischen Disziplinen zu beachten. Und damit erklärt sich auch, warum ein Verfahrenstechniker viele bisweilen unterschiedliche Kompetenzen mitbringen muss“, weiß der 27-Jährige. Schließlich ist er – nicht nur in

diesem speziellen Fall – die personelle Schnittstelle zwischen den Konstrukteuren und Elektrotechnikern. Zeitgleich hat er auch eine zutiefst technische Schnittstellenfunktion, bei der er die Verbindungselemente zwischen der Krones-Abfüllmaschine und anderen Produktions- oder Flaschenblasmaschinen auf- und ausbaut.

### Sterile Umgebung: Deutschland

„Ganz konkret bedeutet das: Ich entwickle ein Konzept für eine Maschine. Darin bestimme ich zum Beispiel grundsätzliche Materialien oder auch spezielle Anschlüsse“, erklärt Christian Kloner. Da

er der Spezialist für aseptische Verfahren ist, legt der junge Ingenieur sein besonderes Augenmerk auf die Verbindungen von Komponenten und auf Ventile. Das Ziel: Lebensmittel, die für Bakterien besonders charmant sind, wie zum Beispiel Milch, in einer sterilen – eben aseptischen – Umgebung zu halten. Die aseptische Abfüllung ist ein junges Thema. Deutsche Forschung und Entwicklung



entschied er sich, an seinen Realschulabschluss eine Ausbildung zum Chemikanten anzuschließen. Mit gerade einmal 18 Jahren, drei Jahren Erfahrung in der Industrie und einem Abschluss mit Auszeichnung wollte der angehende Verfahreningenieur den Ausbildungsweg noch nicht abschließen. Er holte sein Abitur nach und studierte anschließend Chemie- und Bioingenieurwesen an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Ein Studiengang, der bestens an seine Kenntnisse aus der Ausbildung anknüpfte. „Der Studiengang beinhaltete Fächer aus der Chemie, Biochemie, Mathematik und dem Maschinenbau, die an anderen Hochschulen unter der Bezeichnung Verfahrenstechnik studiert werden können. Und mit Verfahrenstechnik und Anlagenbau hatte ich mich ja während der Ausbildung schon beschäftigt. Also war die Studienwahl eigentlich eine logische Konsequenz.“

### Vom Studium in den Beruf

Der Bachelor war ein Querbeetstudium durch die technischen Disziplinen. „Das war alles in allem schon sehr umfangreich. Manches lag mir mehr, manches weniger. Mathe fiel mir durch den Mathe-LK aus dem Abi recht leicht. Anders die Biochemie, damit habe ich mich eher schwergetan. Erst im Master wurde das Studium entspannter“, erinnert sich Kloner. In den letzten Studienjahren konnte er alle Fächer frei wählen und suchte sich natürlich Fächer aus seinen Lieblingsdisziplinen aus: Bioverfahrenstechnik, Strömungstechnik und Chemische Reaktionstechnik. Und auch das Thema der Masterarbeit wählte er völlig frei. „Ich



Ein Schnittstelleningenieur muss technische wie menschliche Schnittstellen

wollte meine Arbeit gerne in einem Industrieunternehmen schreiben und habe mir vom Unternehmen bis zum Betreuer alles selbst organisiert.“ Auf einer Kontaktmesse lernte er das Unternehmen Krones kennen, das den Bereich Wasseraufbereitung vorstellte. „Das Thema fand ich sehr spannend und das Unternehmen sympathisch. Ich bewarb mich bei Krones für meine Masterarbeit, erhielt den Platz und schrieb meine Arbeit schließlich zum Thema Membranfiltration von Bier. Nach meinem Abschluss in 2016 hat mir Krones eine Stelle in der Fülltechnik angeboten. Und, na klar, habe ich ja gesagt.“

ist hier auch im internationalen Vergleich ganz weit vorne. Und auch Krones' Technologie ist weltweit bei großen Unternehmen wie Coca-Cola, Arla Foods UK und H. J. Heinz (Heinz-Ketchup) nachgefragt. „Die Aktualität und Ausmaße des Themas machen es für mich besonders, in diesem Bereich zu arbeiten.“

### Von der Chemie in die Verfahrenstechnik

Den Bereich Chemie und Verfahrenstechnik hatte Christian Kloner schon während der Schulzeit für sich entdeckt. Nach einem Sommerferienpraktikum bei der Wacker Chemie AG in Burghausen



Der Steinecker MicroCube ist eine Brauanlage für kleine Chargen, die ganze Anlage lässt sich auf weniger als 90 Quadratmetern unterbringen



len bilden, daher ist das Thema Kommunikation überaus wichtig

## Angekommen im Heute

Seit etwa einem Jahr arbeitet Christian Kloner bei Krones – Zeit für ein Fazit. Wie hilfreich ist das Studium für seine heutige Tätigkeit? „Schon sehr. Ich setze hier und da ganz bewusst Wissen aus der Uni ein, aber eigentlich ist es das Gelernte als großes Ganzes, das ich immer wieder brauche, um mich mit Kollegen und Kunden unterhalten zu können.“ Schnittstellentätigkeit gepaart mit Kommunikation sei Dank. „Ich arbeite in einem Team von acht Verfahrensingenieuren. Jeder von uns hat seine eigenen Projekte, aber wir treffen uns regelmäßig, um uns auszutauschen. Das ist sehr effektiv und macht viel Spaß.“ Und wenn aus einem abgestimmten, fertig geplanten Verfahren durch Konstrukteure und Elektrotechniker eine Anlage wird, gibt es wohl keine größere Freude, als die eigenen Entwicklungen in Betrieb zu nehmen, also Maschinen, die durchaus 20 Meter lang sein und 70 bis 160 Füllstationen haben können. „Die Maschinen sind so groß wie die Themenwelt selbst. Das ist schon toll, sich damit zu beschäftigen. Und da Krones weltweit Abfüllanlagen baut, komme ich auch ein wenig rum“, erzählt Kloner. „Ein weiterer schöner Aspekt meines Berufs: Ich lerne andere Kulturen und auch andere Arbeitsweisen kennen. Das finde ich äußerst spannend.“ Im vergangenen Jahr war Christian Kloner bereits in Frankreich und Belgien. Demnächst besucht er Saudi-Arabien. Und bis der Flieger geht, arbeitet der 27-Jährige weiter an ... Schnittstellen.

INTERVIEW

# Verfahrenstechnik wird wichtiger

Mohammad Karimi (46) arbeitet seit zwölf Jahren bei der Schunk Group, einem weltweit tätigen Technologiekonzern. Studiert hat er Maschinenbau, ist heute aber in der Verfahrenstechnik tätig. Ein Interview über das Verhältnis zwischen Maschinenbau und Verfahrenstechnik und den Wert dieser besonderen Disziplin.

Was machen Sie als Projektingenieur für die Bereiche Umwelt- und Verfahrenstechnik?

Schunk stellt Produkte aus Kohlenstoff her, die je nach ihrer stofflichen Zusammensetzung eine riesige Bandbreite an Anwendungen möglich machen. Mein Job in der Kohlenstoffproduktion besteht daher aus verschiedenen Tätigkeiten. Ich betreue bestehende Anlagen und versuche, deren Abläufe und Ergebnisse zu optimieren. Außerdem beschäftige ich mich mit der Beschaffung neuer Anlagen. Eigentlich folge ich immer der Frage: ‚Wie kann ich die Abläufe noch verbessern?‘ Um ein Beispiel zu nennen: Kürzlich habe ich eine Anlage optimiert, die Kohlenstoffprodukte imprägniert, die in der Medizintechnik eingesetzt werden. Dabei ging es nicht darum, ein neues Verfahren zu entwickeln – das gab es schon. Es ging darum, den Prozess zu automatisieren. Nach meiner Bearbeitung werden nach wie vor die gleichen Produkte gefertigt, nun aber viel autonomer.

Wie sind Sie mit Ihrem Maschinenbau-Hintergrund in der Verfahrenstechnik gelandet?

Ich habe mich schon in jungen Jahren sehr für Technik interessiert und gefragt, warum die Dinge funktionieren, wie sie funktionieren. Also studierte ich nach dem Abitur – klassischerweise mit Physik- und Mathe-LK – Maschinenbau an der Fachhochschule Gießen, die mittlerweile Technische Hochschule Mittelhessen heißt. Während des Studiums hab ich auch den Bereich Verfahrenstechnik kennengelernt, und als fertiger Diplomingenieur bin ich eben in die Verfahrenstechnik gegangen.

Wie schwierig war der Wechsel vom Maschinenbau in die Verfahrenstechnik?

Es gab eigentlich keinen wirklichen Wechsel, sondern eher einen glatten Übergang. Vieles, was in der Verfahrenstechnik abläuft, hat seinen Hintergrund im Maschinenbau. Ein Verfahrenstechniker muss zum Beispiel



Maschinenbauer in der Verfahrenstechnik: Mohammad Karimi

genau wissen, wie eine Anlage funktioniert oder welche Möglichkeiten es bei der neuen Konzeption einer Anlage gibt. Das heißt, beide Themen – Maschinenbau und Verfahrenstechnik – vermischen sich. Daher ist es eigentlich sogar üblich, Maschinenbau zu studieren und sich im Laufe des beruflichen Werdegangs in der Verfahrenstechnik zu spezialisieren.

Aber man kann doch Verfahrenstechnik auch als selbstständiges Fach studieren?

Na klar, es gibt auch den Studiengang Verfahrenstechnik. In diesem Studiengang werden den Studierenden neben Inhalten der Mechanik auch Inhalte der Chemie vermittelt, sodass die Absolventen möglicherweise besonders in Chemieunternehmen gute Anstellungschancen haben. Aus meiner Erfahrung kann ich aber sagen, dass Maschinenbauer für den mechanischen Bereich der Verfahrenstechnik auch bestens ausgebildet sind.

Welche Rolle spielt der Verfahrenstechnikingenieur für Unternehmen?

Eine große. Einfach weil die Verfahrenstechnik immer wichtiger wird. Es geht in allen Bereichen um die Optimierung, und bei allen existierenden Anlagen hat man eben auch immer die Möglichkeit, deren Produkte und Abläufe zu verbessern. Und genau da ist die Verfahrenstechnik gefragt. Insbesondere heute, wo die nachhaltige Produktion immer mehr abgefragt wird, ist man darauf bedacht, Energie und Ressourcen im Allgemeinen zu sparen. Ein relativ neues Einsatzgebiet für die Verfahrenstechnik, durch das sie einmal mehr Bedeutung erhält.



Kohlendioxid als neuer Rohstoff: Covestro baut 20 Prozent CO<sub>2</sub> in Schaumstoffkomponenten ein

#### ANWENDUNGSBEISPIELE

## Neue Verfahren machen's möglich: Alternative Energiespeicher, Kaugummidrucker und Kunststoff aus CO<sub>2</sub>

### Electrochaea baut größte Power-to-Gas-Anlage

Der Fortschritt der erneuerbaren Energien hängt nicht zuletzt davon ab, wie effektiv überschüssige Energie gespeichert werden kann. Das Power-to-Gas-Verfahren (Strom wird in Gas umgewandelt und im Gasnetz eingelagert) gilt unter den Stromspeichertechniken als Hoffnungsträger. Nun baut das Unternehmen Electrochaea aus Planegg bei München in Ungarn die bisher größte Anlage zur Umwandlung von Energie in Gas. Während allerdings herkömmliche Power-to-Gas-Anlagen Wasserstoff und Kohlendioxid bei hohen Temperaturen und starkem Druck zu Methan verschmelzen, verwendet man hier Mikroorganismen. Diese wurden eigens zu diesem Zweck

am Institut für Molekulargenetik und Zellbiologie der University of Chicago gezüchtet. Die Mikroben sind echte Arbeitstiere und 20 Mal effektiver als ihre natürlichen Artgenossen. Sie ernähren sich ausschließlich von Kohlendioxid und Wasserstoff und scheiden reines Methan aus. Das Gas kann ohne Reinigung direkt ins Netz eingespeist werden. Allerdings braucht man, um den nötigen Wasserstoff zu gewinnen, zunächst jede Menge Strom. Pro Stunde werden 10.000 Kilowattstunden umgewandelt. Der kommerzielle Einsatz dieser Technik scheitert in Deutschland bisher an den höheren Strompreisen. Der Rohstoff Kohlendioxid ist hingegen reichlich vorhanden, etwa in Biogasanlagen, wo er als Teil des Rohgases entsteht und verwertet werden kann.



© Electrochaea

### Kaugummielefanten aus dem 3D-Drucker

Neue Verfahren revolutionieren auch die Süßwarenindustrie. Auf der ProSweets Cologne 2017 präsentierte das Unternehmen Wacker zwei echte Neuheiten. Eine Technik namens CANDY2GUM ermöglicht ganz neue Gaumenfreuden. Ein klassisches Kaubonbon wandelt sich im Mund zum Kaugummi und entfaltet dort dank eines neuartigen Kochprozesses alle möglichen Aromen. Das Kochverfahren erlaubt die Einarbeitung wasserbasierter, fetthaltiger und natürlicher Inhaltsstoffe wie etwa Fruchtsäfte, Ka-



© Wacker Chemie AG

Der 3D-Drucker produziert Kaugummi in jeder Form

kao und Kaffee, was bei der konventionellen Kaugummiproduktion nicht möglich war. Der geschmacklichen Vielfalt sind praktisch keine Grenzen gesetzt. Das Kaubonbon könnte auch nach Chili, Ingwer oder Knoblauch schmecken, vorausgesetzt, dass sich dafür Liebhaber finden. Eher eine Innovation für das Auge ist Wackers 3D-Drucker, der Kaugummis in jeglicher Form nach individuellem Wunsch herstellt. Das Auge kaut schließlich mit. Dank einer neu entwickelten Software kann der Drucker vom Namenszug über das Firmenlogo bis zur Lieblingscartoonfigur im Miniaturformat praktisch alles implementieren. Auch Farben und Geschmacksrichtung lassen sich individuell variieren.

Mikroorganismen verwandeln Kohlendioxid und Wasserstoff in Methangas

## BioElectroPlast macht aus CO<sub>2</sub> wertvolle Rohstoffe

Es klingt wie der Wunschtraum eines Umweltschützers: Forscher des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) arbeiten an einem Verfahren zur Umwandlung von Kohlenstoff in einen wertvollen Rohstoff. Statt es in die Luft zu pusten, wird das im Rauchgas enthaltene CO<sub>2</sub> für die Kunststoffproduktion genutzt. Das im September 2016 gestartete Forschungsprojekt heißt BioElectroPlast, die dazu erforderliche Technik nennt sich mikrobielle Elektrosynthese. Vor sechs Jahren entdeckten Forscher in den USA, dass bestimmte Mikroorganismen auf einer Kathode gedeihen können und dabei CO<sub>2</sub> ansammeln. Die Wissenschaftler vom KIT knüpfen nun an diese Forschungen an. Dass Mikroben Substanzen umwandeln können, wusste man bereits. Aber dass sie auch komplexere Moleküle wie Polymere produzieren, wenn man sie mit mehr Energie und Sauerstoff versorgt, ist eine neue Entdeckung. Aus diesen Polymeren kann man zum Beispiel Einwegbecher, Verpackungen oder kompostierbare Abfallbeutel herstellen und dabei einen Teil des Rohstoffs Erdöl einsparen. Das Bundesforschungsministerium und der Energieversorger EnBW unterstützen das Projekt. EnBW öffnete den KIT-Forschern die Tore zu seinem Kohlekraftwerk am Rheinhafen in Karlsruhe. Hier können die neu entwickelten Bioreaktoren unter Realbedingungen getestet werden. Derweil experimentiert auch die Wirtschaft mit den Nutzungsmöglichkeiten des Kohlenstoffs. Der Leverkusener Bayer-Konzern und der Werkstoffhersteller Covestro entwickeln beispielsweise Verfahren zur Herstellung von Schaumstoffkomponenten aus CO<sub>2</sub>. Und Audi testet synthetische Dieseldieselkraftstoffe auf CO<sub>2</sub>-Basis.

## Mehrproduktanlagen und der menschliche Faktor

Multifunktionsanlagen sind in der Industrie keine Seltenheit. Unter anderem im Pharma- und Kosmetikbereich müssen Anlagen, je nach Kundenanforderungen,

## Links für Studierende

Medizin, Kosmetik, Benzin und Zucker: Viele alltägliche Produkte, die unser Leben erleichtern, können nur dank Verfahrenstechnik in großem Maßstab produziert werden. Verfahrenstechnik hat aber auch in den Bereichen Umwelttechnik, Papier- und Kunststoffverarbeitung sowie in der Erdöl- und Lebensmittelindustrie eine herausragende Bedeutung. Verfahrenstechnikingenieure managen und entwickeln Produkte und betreuen und optimieren die Produktionsverfahren.

Ein Interesse an Naturwissenschaften ist Voraussetzung. Das Studium beinhaltet neben Physik, Chemie und Biologie auch Themen wie Elektrotechnik und Anlagenbau. Als Allrounder sind Verfahrenstechniker in der Industrie gefragt.

### Verfahrenstechnik

Bachelor an der HAW - Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
[s.think-ing.de/verfahrenstechnik-haw](http://s.think-ing.de/verfahrenstechnik-haw)

Weitere Studiengänge unter: [search-ing.de](http://search-ing.de)

### Verfahrenstechnik

Bachelor an der Hochschule Mannheim  
[s.think-ing.de/verfahrenstechnik-mannheim](http://s.think-ing.de/verfahrenstechnik-mannheim)

### Verfahrenstechnik

Bachelor und Master an der Universität Stuttgart  
[s.think-ing.de/verfahrenstechnik-stuttgart](http://s.think-ing.de/verfahrenstechnik-stuttgart)  
[s.think-ing.de/verfahrenstechnik-stuttgart-master](http://s.think-ing.de/verfahrenstechnik-stuttgart-master)

### Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik

Bachelor und Master am KIT (Karlsruher Institut für Technologie)  
[s.think-ing.de/chemie-kit](http://s.think-ing.de/chemie-kit)  
[s.think-ing.de/chemie-kit-master](http://s.think-ing.de/chemie-kit-master)

### Verfahrenstechnik

Master an der Beuth Hochschule für Technik (Berlin)  
[s.think-ing.de/verfahrenstechnik-beuth](http://s.think-ing.de/verfahrenstechnik-beuth)

### Verfahrenstechnik

Master an der RWTH Aachen  
[s.think-ing.de/verfahrenstechnik-aachen](http://s.think-ing.de/verfahrenstechnik-aachen)

auf unterschiedliche Produkte eingestellt sein. Dabei ergeben sich neue Herausforderungen für Mensch und Maschine. Anlagen und Prozesse müssen so gestaltet sein, dass Technik, Organisation und Menschen Hand in Hand arbeiten und bei der Umstellung möglichst wenige Fehler entstehen. Denn bei häufigen Produktwechslern lassen sich nicht alle Prozesse bis ins letzte Detail automatisieren. Fehlerursachen sind dann oft nicht eindeutig zu identifizieren. Mehrere hundert Alarme pro Tag sind in größeren Betrieben Normalität. Moderne Prozessleitsysteme sortieren begrenzte Alarme aus, sodass nicht jeder Ingenieur immer reagieren muss. Ein kritischer Alarm muss aber sofort erkennbar sein. Menschen mit technischem Sachverstand und Fin-



Mehrproduktanlagen stellen besondere Herausforderungen an Ingenieure

gerspitzengefühl sind hier also besonders gefragt. Denn wenn es irgendwo knirscht, dann ist meistens eine Kombination aus menschlichen und technischen Fehlern dafür verantwortlich.

## Impressum

Herausgeber: Gesamtmetall

Gesamtverband der Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie e.V.  
Voßstraße 16 - 10117 Berlin

Objektleitung: Wolfgang Gollub (verantw.)

Druck: color-offset-wälter GmbH & Co. KG, Dortmund

Redaktion und Gestaltung: concedra GmbH, Bochum

[www.think-ing.de](http://www.think-ing.de)