

Mikrofluidmechanik und ihre Bedeutung für die Brauereipraxis

August Gresser



FACHVERLAG

HANS CARL

MIKROFLUIDMECHANIK UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE BRAUEREIPRAXIS

WIDMUNG

*In Würdigung und als Anerkennung der jahrzehntelangen exzellenten
Forschung & Lehre insbesondere im Bereich der „Mikrofluidmechanik und ihre
Bedeutung für die Brautechnik“, Herrn em. o. Hochschulprofessor Dr.-Ing. Viktor
Denk, unserem Ehrenmitglied von Slow Brewing, zum 90. Geburtstag gewidmet.*

MIKROFLUIDMECHANIK UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE BRAUEREIPRAXIS

August Gresser



IMPRESSUM

Haftungsausschluss

Alle Angaben in diesem Buch wurden von den Autoren nach bestem Wissen erstellt und gemeinsam mit dem Verlag mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Dennoch lassen sich (im Sinne des Produkthaftungsrechts) inhaltliche Fehler nicht vollständig ausschließen. Die Angaben verstehen sich daher ohne jegliche Verpflichtung oder Garantie seitens der Autoren oder des Verlages. Autoren und Verlag schließen jegliche Haftung für etwaige inhaltliche Unstimmigkeiten sowie für Personen-, Sach- und Vermögensschäden aus.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

© 2022 Fachverlag Hans Carl GmbH, Nürnberg

Alle Rechte vorbehalten

Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in elektronische Systeme.

Titelbild: Christina Schönberger

Layout und Satz: Komhus Agentur für Kommunikation, Essen

ISBN 978-3-418-00932-2

VORWORT

Bei dem Kompendium „Mikrofluidmechanik und ihre Bedeutung für die Brauereipraxis – Ein technischer Überblick“ handelt es sich um eine Zusammenfassung einer Vielzahl von Publikationen und Vorträgen aus 40 Jahren Forschung und Entwicklung im Bereich der Strömungsmechanik und Mikrofluidmechanik von em. o. Hochschulprofessor Dr.-Ing. Viktor Denk (Lst. für Mechanik bzw. Fluidmechanik und Prozessautomation, heute Lst. für Systemverfahrenstechnik der TU München- Weihenstephan) und seinem Nachfolger Prof. Dr.-Ing. habil. Antonio Delgado (Lst. für Fluidmechanik und Prozessautomation der TU München-Weihenstephan, heute Lehrstuhlinhaber des Lst. für Strömungsmechanik (LSTM) – Department Chemie- und Bioingenieurwesen (CBI) – der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg).

Prof. Denk gilt als der Pionier bei der Erarbeitung und Anwendung physikalischen, strömungsmechanischen und regelungstechnischen Wissens im Brauwesen. Seine Arbeiten zu den Themen

- Würzpfannen mit Außen- und Innenkocher,
- Industrieller Einsatz von Whirlpools,
- Schonförderung von Würze und Bier,
- Strömungsvorgänge in zylindrokönischen Gär- und Lagertanks,
- Regelungs- und Optimierungssysteme in zylindrokönischen Tanks auf der Grundlage von kognitiven Verfahren,

bilden unumstrittene Grundlagen der modernen brautechnischen Ingenieurskunst und vor allem für die Projektierung im Anlagenbau für die Getränkeindustrie.

Daraus resultierten viele Publikationen und Beiträge in der Fachpresse, wie z. B. „Monatsschrift für Brauwissenschaft“, „Brauwelt“ und „Der Weihenstephaner“ sowie der European Brewery Convention (Proceedings und Manuals of Good Practice).

Besonders wertvoll sind für die Brauereipraktiker die teilweise bahnbrechenden Erkenntnisse der Strömungen von Würze und Bier in Behältern und Rohrleitungen sowie die Entwicklung und Einführung der Digitaltechnik für die Automatisierung in Brauereien.

Prof. Denk verstand es immer, die Ergebnisse seiner Forschung den verschiedensten Zuhörerkreisen nahezubringen: „Im glasklaren akademischen Referat oder im praxisnahen Vortrag vermittelte er den Zuhörern die komplizierten Grundlagen seiner Untersuchungen humorvoll und einprägsam“. So charakterisiert Prof. Ludwig Narziß seinen Kollegen Prof. Viktor Denk.

Den Studierenden vermittelte er sein profundes Wissen fast „väterlich“ und das Besondere daran war, aus eigener Erfahrung, bei all seinen, und durchaus auch anspruchsvollen und anstrengenden Vorlesungen, lehrte er den Studenten das „Denken“ und das selbstständige Arbeiten für die zukünftige Brauereipraxis!

Mit diesem technischen Kompendium zur Mikrofluidmechanik und deren Bedeutung für die Brautechnik, soll den Brautechnikern möglichst praxisnah ein Überblick über die komplexen Zusammenhänge der unterschiedlichen Produktionsphasen gegeben werden und bei der Entscheidungsfindung für Investitionen sowie Sanierungsarbeiten bzw. Optimierungen in der Brautechnik helfen.

November 2021
August Gresser

ZUM GELEIT

„Mikrofluidmechanik“: schon wieder ein zwar gar nicht so neues, doch auf den ersten Blick recht unverständliches Wort. Es mag ja vielleicht für spezialisierte Wissenschaftler von Interesse sein. Aber für den Praktiker, der mitten in einem anspruchsvollen Produktionsprozess steht, scheint doch das seltsame Fachwort keine besondere Bedeutung zu besitzen. So etwa könnten die ersten Reaktionen des Fachpublikums auf den Titel des vorliegenden Buches zu hören sein. Doch schon die ersten Kapitel lehren das Gegenteil. Gerade viele Strömungsvorgänge „im Kleinen“ – man könnte fast sagen im „mikroskopischen Bereich“ – entscheiden in vielen Fällen über einen guten Verlauf des Herstellungsprozesses und damit über die Qualität des Endproduktes.

Die Mikrofluidmechanik befasst sich im Wesentlichen mit der Steuerung der mechanischen und thermischen Wechselwirkungen des Fluids (also einer Flüssigkeit oder eines Gases) mit den darin enthaltenen „kleinen Körpern“ (z.B. Feststoffpartikel, Mikroorganismen, Bläschen). Die wandnahen Strömungsbereiche, also die sogenannten Grenzschichten, sind wegen der dort herrschenden Strömungsverhältnisse von besonderem Interesse für die erwähnten Wechselwirkungen zwischen dem Fluid und den „kleinen Körpern“. Die Steuerungsmethoden der Mikrofluidmechanik sind von der konstruktiven Gestaltung der strömungsführenden Anlagenteile bis hin zu digitalen Zusatzhilfen im vorliegenden Werk beschrieben.

Die Untersuchungen zur Mikrofluidmechanik begannen in Weihenstephan am Lehrstuhl für Fluidmechanik und Prozessautomation der TU München gegen Ende der 1970iger-Jahre an den Anwendungsbeispielen „Würzpfanne mit Außenkocher“ und „Whirlpool“. Gerade der Whirlpool zeigte sich damals als ein „ziemlich rätselhaftes Wesen“. Nur ein Beispiel: in der einen Brauerei arbeitete ein Whirlpool zufriedenstellend, während sein völlig baugleicher „Zwillingsbruder“ in einem benachbarten Betrieb bei nahezu gleichem Aufbau und scheinbar sehr ähnlicher Würze fast völlig versagte. Die Mikrofluidmechanik konnte dieses und viele andere Rätsel lösen. Eine große Reihe „kranker“ Whirlpools in in- und ausländischen Brauereien wurde zur vollständigen Funktionsfähigkeit gebracht.

Das faszinierende Anwendungsspektrum der Mikrofluidmechanik hat der Verfasser dieses Buches, Herr Dr.-Ing. August Gresser, hervorragend dargelegt. Er hat sich der schwierigen und viel Arbeitsaufwand fordern den Aufgaben gestellt, Methoden und Ergebnisse der Mikrofluidmechanik zu beschreiben und zu erklären. Hierzu gehören auch einige Erinnerungen an die hier erforderlichen Kenntnisse von Grundlagen der „klassischen“ Strömungsmechanik. Ein reiches Literaturverzeichnis lädt zu einem vertieften Studium der Mikrofluidmechanik anhand von Originalarbeiten ein. Auch die Zielsetzung der Vereinigung „Slow Brewing“ wird durch das vorliegende Werk eindrucksvoll unterstützt.

Die Anwendungen der Mikrofluidmechanik können über die Verfahrenstechnik im Brauwesen weit hinausgehen. Es ist daher auch sehr begrüßenswert, dass dieses Fachgebiet der angewandten Strömungsmechanik in zusammengefasster und übersichtlicher Form hier dargestellt ist.

Ich wünsche diesem Werk einen interessierten und großen Leserkreis.
em. o. Hochschulprofessor Dr.-Ing. Viktor Denk

INHALT

1	Einleitung	011
2	Definitionen	013
3	Untersuchungsmethoden	017
4	Zielsetzung	019
5	Anwendungen	021
6	Schonförderung von Heißwürze im Sudhaus	023
6.1	Maischbehälter (Mischen-Rühren-Maischen)	023
6.1.1	Mischen	023
6.1.2	Rühren	023
6.1.3	Maischen	024
6.1.4	Ausführung von Maischgefäßen	025
6.1.5	Rührerformen und Rührertypen beim Maischen	026
6.1.6	Rührerleistung	029
6.1.7	Turbulenz und mechanische Beanspruchung	029
6.1.8	Betrachtung zur mechanischen Belastung der Maische	029
6.2	Läutereinrichtungen	031
6.3	Die Würzepfanne	034
6.3.1	Allgemeines	034
6.3.2	Strömungsvorgänge bei der thermischen Würzebehandlung	035
6.3.3	Kochsysteme	035
6.3.3.1	Sudpfanne mit Außenkocher	036
6.3.3.1.1	Allgemeines	036
6.3.3.1.2	Strömungsvorgänge in der Würzepfanne mit Außenkocher – Umlaufhäufigkeit	036
6.3.3.1.3	Praktischer Betrieb einer Würzepfanne mit Außenkocher	038
6.3.3.2	Sudpfanne mit Innenkocher	038
6.3.3.2.1	Allgemeines	038
6.3.3.2.2	Technik und Technologie der Würzekochung mit Innenkocher	038
6.3.3.2.3	Thermofluidmechanische Vorgänge im Verdampferrohr	039
6.3.3.2.4	Strömungsvorgänge beim Würzekochen mit Innenkocher	042
6.3.3.2.4.1	Beschreibung der Innenkocherschwingungen	042
6.3.3.2.4.2	Beschreibung der Entstehung der Schaumbildung	044
6.3.3.2.4.3	Fazit zu den Strömungsvorgängen im Innenkocher (Robertverdampfer, Naturumlauferdampfer)	045

6.3.3.2.5	Praktischer Betrieb eines Innenkochers	045
6.3.3.2.5.1	Shark® by Ziemann	046
6.3.3.2.5.2	Ecotherm	048
6.3.3.2.5.3	JETSTAR® (submerged jet)	049
6.3.3.2.5.4	Stromboli	050
6.3.3.2.6	Niederdruckkochung (NDK)	051
6.3.3.2.7	Sonstige Kochsysteme	052
6.4	Der Whirlpool	054
6.4.1	Die Entfernung des Heißtubs	054
6.4.2	Die Aufgabe des Whirlpools	054
6.4.3	Die prinzipielle Wirkungsweise des Whirlpools	054
6.4.4	Unerwünschte Sekundärströmungen im Whirlpool	057
6.4.5	Die Elemente eines Whirlpools	060
6.4.6	Der Whirlpooleinlauf	060
6.4.7	Der Verfahrensablauf im Bild	062
6.4.8	Der Trenneffekt des Whirlpools	062
6.4.9	Die Konsistenz des Trubhaufens oder Trubkegel	063
6.4.10	Die äußeren Bedingungen für einen funktionierenden Whirlpool	064
6.4.10.1	Die whirlpoolfähige Würze	064
6.4.10.2	Mögliche Fehler in der Würzebehandlung stromaufwärts vom Whirlpool	064
6.4.10.3	Die Würzebeschaffenheit	065
6.4.11	Die optimale Auslegung des Whirlpools	065
6.4.11.1	Die Störquellen im Whirlpool selbst	065
6.4.11.2	Einlaufgeschwindigkeit v_e , Förderstrom und H/D-Verhältnis	066
6.4.11.3	Die Unterdrückung unerwünschter Sekundärströmungen	067
6.4.11.4	Die Gestaltung des Whirlpoolbodens	069
6.4.12	Die Behandlung des Trubhaufens	071
6.4.13	Die zweckmäßige Anordnung der Ablassöffnungen (Anstiche)	073
6.4.14	Neue Whirlpoolkonzeptionen	073
6.4.15	Empfehlenswerte Maßnahmen	075
6.4.16	Beispiele für fehlerhafte Würzen	076
6.4.16.1	Trublaufende Würzen	076
6.4.16.2	Zu hohe Scherbelastungen der Würze vor dem Whirlpool	076
6.4.17	Die Veränderung der Würze bei der Heißtrubabscheidung mittels Whirlpool	076
6.4.18	Tipps zur Vorgehensweise bei der Kontrolle des Whirlpools	077

7	Gärung, Reifung und Lagerung in Großraumbehältern (ZKT)	079
7.1	Einführung	079
7.2	Bau, Form und Material der ZKTs (ZKG, ZKL) und Hefetanks	081
7.2.1	Zylindrokönische Gär- und Lagertanks	081
7.2.2	Hefetanks	085
7.3	Bewegungsvorgänge während der Gärung in ZKGs	087
7.4	Temperaturverteilung in ZKTs bei der Gärung und Reifung des Bieres	092
7.5	Temperaturregelung in ZKTs bei der Gärung und Reifung des Bieres	097
7.6	Probenahme im ZKG und ZKT	104
7.7	Zusammenfassung – bisheriger Wissensstand	107
8	Der Einsatz radiale Kreiselpumpen in der Brauerei	109
8.1	Allgemeines zu Pumpen in der Gärungs- und Getränkeindustrie	109
8.2	Der Einsatz von Kreiselpumpen in der Brauerei	111
8.3	Bedeutung des Wirkungsgrades	111
8.4	Parameter zur Schonförderung mit Kreiselpumpen	112
8.5	Erreichen eines gewünschten Betriebspunktes	112
8.6	Abhängigkeit der Schubspannungsbelastung vom Betriebspunkt der Kreiselpumpe	113
8.7	Fehlanströmung	115
8.8	Lauftradtyp offen oder geschlossen	115
8.9	Gewünschte Umfangsgeschwindigkeit durch größeren Laufraddurchmesser oder höhere Drehzahl	116
8.10	Minimieren von Radseitenräumen im Pumpengehäuse	116
8.11	Einbau der Pumpe in die Anlage	117
9	Die Verrohrung – Rohrleitungssysteme	119
9.1	Allgemeines	119
9.2	Rohreinläufe	119
9.3	Querschnittsänderungen	119
9.4	Richtungsänderungen	119
9.5	Rohrverzweigungen	120
9.6	Dehnungsausgleicher	121
9.7	Absperr- und Regelorgane	122
9.8	Formstücke	123
9.9	Einbau von Mess- und Regeleinrichtungen	125
9.10	Schubspannungen bei der Förderung von Heißwürze	126
10	Schlussbetrachtung	131
11	Literatur	133
12	Stichwortregister	139
13	Anhang	149
13.1	Formelzeichen und Abkürzungen	149

1 EINLEITUNG

Die Mikrofluidmechanik behandelt die Umströmung „kleiner Körper“ (Mikroorganismen, Würzeinhaltsstoffe etc.) in der Größenordnung zwischen 1 μm und einigen mm. Aus der Kenntnis dieser Umströmungen werden die mechanischen und thermodynamischen Wechselwirkungen/Schubbelastung, Wärmeübergänge) abgeleitet. Der Anwendungsbereich ist sehr weitgefächert und betrifft in der Brautechnik v. a. die Schonförderung v. a. der Heißwürze, denn bei den Inhaltsstoffen der heißen Würze handelt es sich überwiegend um Agglomerate, die sehr empfindlich auf mechanische Belastungen reagieren.

Als zulässige Langzeitbelastung z. B. für Heißtrub werden maximal 50 Pa angegeben. Dieser Wert kann in einer Kreiselpumpe um ein Vielfaches überschritten werden, wenn auch nur für einen kurzen Zeitraum. Außerdem wird die Umwälzpumpe bei der Würzekochung mit Außenkocher idealerweise 8–10-mal pro Stunde durchströmt, so dass sich hier ein wesentliches Einflusspotential ergibt.

Ebenso ist die Ausschlagpumpe zu nennen, die im Verbund mit hohen Eintrittsgeschwindigkeiten in den Whirlpool zu einer deutlichen Zerkleinerung des Trubs führen kann. Dies kann schließlich zu Problemen bei der Abscheidung im Whirlpool führen. Besonders bei ungünstigem Geometrieverhältnis (h/d) des Whirlpools wird ein großer Volumenstrom bei kleiner Druckerhöhung nötig, was mit radialen Kreiselpumpen nur schwer zu verwirklichen ist.

Leider gibt es nur sehr wenig Aussagen über die „Materialfestigkeit“ von Maische und deren Inhaltsstoffe bezüglich einer mechanischen Beanspruchung durch Strömungskräfte. Deren Erkenntnis wäre die eigentliche Grundlage für die Beurteilung der zulässigen Belastung beim Maischprozess.

Auch Hefezellen zeigen sich gegenüber einer strömungsmechanischen Beanspruchung empfindlich. Laborversuche mit bekannter Schubspannung führen bereits ab ca. 100 Pa zu einer deutlichen Zunahme des Anteils toter Hefezellen bei Anstellhefe. Deshalb sollte auch bei Pumpvorgängen von Hefesuspensionen und Jungbier bzw. Kräusen auf Auswahl und Betrieb der Kreiselpumpen sorgfältig geachtet werden.

Ziel einer Schonförderung von Würze, Hefesuspensionen, den Zwischenprodukten bei der Bierherstellung und dem Bier ist einmal eine Produktionsbehinderung (z. B. Probleme im Whirlpool) zu vermeiden und zum anderen eine Qualitätsminderung des fertigen Bieres (z. B. Zwiebelgeschmack) zu verhindern. Es ist sicher, dass das eine oder andere technisch-technologische Problem bei der Würze- und Bierbereitung zu dessen Lösung viel Mühe aufgewendet wird, auf zu hoher mechanischer Belastung der Inhaltsstoffe des Substrates beruhen. Daher ist es sinnvoll, alle relevanten Systemkomponenten unter die Lupe zu nehmen.

Der Beitrag soll gewissermaßen eine „Tour d’Horizon“ darstellen.

2 DEFINITIONEN

Technische Strömungsmechanik

„Die Strömungsmechanik, Fluidmechanik oder Strömungslehre ist, nach Wikipedia, die Wissenschaft vom physikalischen Verhalten von Fluiden. Die in der Strömungsmechanik gewonnenen Kenntnisse sind Gesetzmäßigkeiten in Strömungsvorgängen und dienen der Lösung von Strömungsproblemen in der Auslegung von durch- bzw. umströmten Bauteilen sowie der Überwachung von Strömungen. Angewendet wird sie unter anderem im Maschinenbau, Chemieingenieurwesen, der Wasser- und Energiewirtschaft, Meteorologie, Astrophysik und der Medizin sowie Nahrungs- und Getränkeindustrie. Ihre Grundlagen findet sie in der Kontinuumsmechanik und Thermodynamik, also der klassischen Physik.“ (Internetartikel vom 26. Juni 2021)

Zum Verstehen der Zusammenhänge und Ableiten der Gesetze der Technischen Strömungsmechanik sind für die Durchführung von Berechnungen Grundkenntnisse der Technischen Mechanik und Mathematik, insbesondere der Differential- und Integralrechnung, notwendig.

Mikrofluidmechanik

Die ursprüngliche Definition der Mikrofluidmechanik und der „kleinen Körper“ kann folgendermaßen beschrieben werden:

- Mikrofluidmechanik
 - › Erforschung der mechanischen und thermodynamischen Wechselwirkungen zwischen kleinen Körpern und relativ dazu gehörendem Fluid
 - › Beispiele
 - » Strömungsbedingte Scher- und Normalspannungen
 - » Wärmeübergang und Temperaturverteilung
- „Kleine Körper“
 - › Beispiele
 - » Mikroorganismen
 - » Blasen
 - » Tröpfchen
 - » Kleine Feststoffpartikel
 - › Randbedingungen
 - » Undurchlässige Oberfläche („Haut“)
 - » Phasengrenzfläche (Blase, Tropfen)
 - › Größe
 - » 1 µm bis 1mm

Man unterscheidet bei Letzteren solche mit einer in strömungsmechanischer Hinsicht undurchlässigen Haut (z.B. Hefezellen) und andere mit einer Phasengrenzfläche als Berandung (z.B. Fetttropfchen in Milch). Makromoleküle und deren Agglomerationen sind z.B. Heißstrubflocken im Whirlpool.

Die Mikrofluidmechanik ist ursprünglich aus der Frage nach dem Mechanismus der Zerstörung von Mikroorganismen in Folge mechanischer Spannung entstanden, vorzugsweise Schubspannungen in Pumpen, Mischbehältern, Fermentern oder Rohrleitungssystemen.

Inzwischen hat sich das Anwendungsgebiet deutlich erweitert:

- Blasen und Tröpfchen in Flüssigkeiten und Gasen, z.B. Fettkugeln in Milch – Homogenisieren, schonende Förderung,
- Mikroorganismen und Zellen in Flüssigkeiten, z.B. Hefezellen in Fermentern und Zentrifugen,
- Rote Blutkörperchen,
- Feststoffpartikel in Fluiden, z.B. das Problem des Fouling,

- Schonförderung in Rohren, Krümmern, Ventilen,
- Schonendes Mischen, Rühren, Kochen, z. B. Würze in Sudpfannen oder Biosuspensionen,
- Pumpen, insbesondere radiale Kreiselpumpen,
- Wärmeübergang Fluid-Partikel: Sterilisierung,
- Durchströmung des Kugelhauptwerkes: Festbettreaktoren.

Reynoldszahl Re

Die Reynoldszahl spielt in der Strömungsmechanik eine grundlegende Rolle und wird wie folgt berechnet:

$$Re = \frac{U \cdot D}{\nu}$$

U = charakteristische Geschwindigkeit

D = charakteristische Länge

$\nu = \eta/\rho$ = kinematische Viskosität

Zur Erläuterung der Größenordnung:

- Großraumflugzeuge: $Re \cong 10^7 - 10^8$
- Brücken im Sturm: $Re \cong 10^7$
- Fußball, Elfmeterschuss: $Re \cong 3,3 \cdot 10^5$
- Aufsteigende CO₂ im Bierglas: $Re \cong 5 - 10$
- Mikrofluidmechanik: $Re = 10^{-4} - 10^{-2}$

Wie man leicht erkennen kann, ist die Mikrofluidmechanik ein interdisziplinäres Fachgebiet.

Technische Thermodynamik

„Thermodynamik ist die Lehre von den Zustandsänderungen thermodynamischer Systeme unter dem Einfluss von Wärme und Arbeit“.

Die technische Thermodynamik hat vor allen zwei Anwendungsgebiete:

- Sie liefert die Theorie der thermischen Kraft- und Arbeitsmaschinen, indem sie Wärme- und Arbeitsumsatz idealisierter Prozesse zu berechnen gestattet und so einen Vergleich mit den Vorgängen in der wirklichen Maschine möglich macht (äußere Thermodynamik).
- Sie ermöglicht es, Zustandsgleichungen oder Zustandsdiagramme der Arbeitsmedien mit einer verhältnismäßig geringen Zahl von experimentellen Ausgangsdaten unter Benutzung der thermodynamischen Konsistenz aufzustellen (innere Thermodynamik).

Systemverfahrenstechnik

Die Arbeitsgruppe Systemverfahrenstechnik der TU Dresden definiert die Systemverfahrenstechnik wie folgt: „Die Systemverfahrenstechnik integriert die Modelle und Ergebnisse aller verfahrenstechnischer Einzeldisziplinen auf Systemebene. Ziele sind der Entwurf von Prozessketten, die Prozessintensivierung sowie Betrieb, Führung und Optimierung verfahrenstechnischer Anlagen“. (Website der TU Dresden)

„Ziel ist z. B. die Übertragung und Neuentwicklung systemverfahrenstechnischer Konzepte für lebensmittel- und getränketechnologische sowie biologische Prozesse. Die Systemverfahrenstechnik zeichnet sich also als Disziplin durch ihre integrierende Herangehensweise aus. Durch die enge Verschränkung von mathematischen und informationstechnologischen Techniken mit aktuellem Prozesswissen versucht sie auf Basis von Modellen Einsicht zu gewinnen. Diese Einsicht dient der Optimierung und/oder Neuentwicklung von Prozessen und Produkten. Die Systemverfahrenstechnik ist damit nicht auf eine