

Aufgelesen

- Thermische Verfahrenstechnik aktuell, Dezember 2006

Es werden besonders auffallende Neuigkeiten und tendenzielle Entwicklungen mit vollem Nachweis zitiert. Weitere interessante Publikationen sind wegen ihrer Vielzahl nur mit meiner Archiv-Nr. angeführt. Diese Literaturzitate können unter www.vac-heckmann.de mit Nennung dieser Nr. angefordert werden.

Stichworte:

Methoden der effizienten Anlagenplanung:

- Engineering
- Entwurfsarbeit
- Anlagensicherheit

Verfahren auf zukunftsweisenden Wegen:

- Therm. Trenntechnik
- Wärmeübertragung
- Bioraffinerie
- Energietechnik
- CO₂-Minderung

Konstruktionen für die verbesserte Wärmeübertragung und den Stoffaustausch:

- Kolonnen
- Wärmeübertrager

Methoden:

Engineering

Neue Projekte kommen stets mit dem Anspruch auf Veränderung einher. Um die **Anforderungen der Veränderungen** zu erfüllen geben 5 Entscheidungstechniken (Pro- und Contra-Methode, Nutzwertanalyse, Portfolio-Technik, Projektschritt-Analyse) eine praktische Hilfe (1755). Zur Beschleunigen von Projekten (1824) werden Bewertungsfaktoren technischer Lösungen und auch von Bearbeitungsschritten eingeführt. Mit dem Hinweis auf zentral gepflegte Informationen **CIPE - Computer Integrated Production und Engineering** (1749) und den **durchgängigen Einsatz von Modellen in der Prozessführung** (1729) werden zugleich wichtige Anleitungen für die effektive Nutzung umfangreicher Informationen gegeben.

(1755) **Veränderungsmanagement und Entscheidungsdruck**
apv-news 01/06 S. 10-11
Verf.: Thaler, P.

(1749) **CIPE oder: die Zeit ist reif für eine Integration des Prozessentwurfs-, Engineering- und Betreuungs- Prozesses**

Automatisierungstech. Prax. 47 (2005) 10, 36-43

Verf.: Tauchnitz, T.

(1729) **Durchgängiger Einsatz von Modellen in der Prozessführung**

Chem.-Ing.-Tech. 77 (2005) 12, 1873-1884

Verf.: Bausa, J.; Dünnebier, G.

Für die **Kostenschätzung von Pilotanlagen** (1928) wird ein System mit planbaren Faktoren und Vergleichsgrößen vorgeschlagen, wodurch sich die finanziellen Risiken deutlich eingrenzen lassen.

(1927) **"Aber was kostet es?" Der Schlüssel zum Erfolg bei der Kostenabschätzung für Pilotanlagen; Tl. 1 bis 3**

Chem. Eng. (N. Y.) 112 (2005) 12, 40-45/ Tl2: 13, 42-47/ Tl3: 113 (2006) 1, 52-56

Verf.: Palluzi, Richard

Weitere Engineering-Methoden betreffen eine einfache Abschätzung von Anlagendruckverlusten (1704) und die CFD-Anwendung als nützliches Planungswerkzeug (1750).

Weitere methodische Themen: Kritikgespräche (1753), Dynamische Ökobilanz (LCA) von erneuerbaren Energie-Technologien (1751), Arbeitsbelastung eines Leitstandbedieners (1702).

Für die allgemeine **Planung von Rohrleitungen** wurde eine umfassende Übersicht unter Beachtung aller geltenden Regeln und Verordnungen zusammengestellt. Ähnlich einer Checkliste lassen sich damit die Aufgaben darstellen und bearbeiten (1666). Mit praktischen Hinweisen zur Verlegung und durch Korrekturereinbauten können **Leckagen vermieden** werden (1843); Ortung von Flüssigkeitsleckagen (1872).

Schließlich lassen sich **Rohrleitungen aus Polyethylen** industriell kostengünstig einsetzen, wenn die genannten Bedingungen und ggfls. Sondermaßnahmen beachtet werden (1717)

(1666) **Die Planung von Rohrleitungen in Industrieanlagen - von der Absicht bis zur Realisierung**

Tech. Mitt. 98 (2005) 1, 11-46

Verf.: Hoffmann, E.

(1843) **Vermeidung von Leckagen in Rohrleitungssystemen**

Chem. Eng. (N. Y.) 113 (2006) 1, 40-43

Verf.: Cox, John C.

(1717) **Vorteile und Grenzen der Verlegung von Kunststoffrohren aus Polyethylen.**

BBR, Wasser Rohrbau 56 (2005) 7-8, 28-31

Verf.: Langlouis, W.; Bastian, M.

Entwurfsarbeit

Weil die Funktion der Kreiselpumpen die Zuverlässigkeit von Prozeßanlagen entscheidend bestimmt, verlieren Planungshinweise nicht an Aktualität. **Kreiselpumpenanlagen** haben der Regelcharakteristik von Armaturen, max. Förderleistungen bzw. geringen NPSH-Werten zu entsprechen (1748).

(1748) **Beurteilung von Kreiselpumpenanlagen**

Chem. Eng. (N. Y.) 112 (2005) 8, 34-38

Verf.: Mansfield, S.

Die **Werkstoffpalette** für Apparate hat sich deutlich vergrößert. Für spezielle Anforderungen stehen kostengünstige Auskleidungen mit exotischen Metallen (Tirconium, Titan, Tantal, Inconel u.a.) zur Verfügung (1719).

(1719) **Auswahl von Konstruktionswerkstoffen**

Chem. Eng. (N. Y.) 112 (2005) 9, 60-63

Verf.: Robert, J.

Anlagensicherheit

Ab 1. Januar 2008 tritt das neue Regelwerk, die **Betriebssicherheitsverordnung** (BSV), für alle überwachungspflichtigen Anlagen in Deutschland in Kraft und löst die Druckbehälterverordnung ab. Eine nützliche Übersicht über Begriffe und Regeln **beim Brand- und Explosionsschutz** (1871), sowie ein **Software-Tool** zur Umsetzung (1934) können hilfreiche Unterstützung geben.

(1871) **Umsetzung der Betriebssicherheitsverordnung beim Brand- und Explosionsschutz. Neue und bisherige technische Regeln für den Explosionsschutz**

Tech. Ueberwach. (Duesseldorf) 47 (2006) 5, 30-34

Verf.: Frobese, Dirk-Hans

(1934) **Maqsim Law and Order. Ein Software-Tool Umsetzung der Betriebssicherheitsverordnung**

Instandhaltung (2005) 8 (Sonderheft 2006), 26-27

Verf.: anon.

Weitere lesenswerte Beiträge zur Anlagensicherheit sind:

Explosionsunterdrückung, Explosionsdruckentlastung, ATEX (1849)

Sicherheitskonzepte für Rohrleitungen (1897)

Was HAZOP-Studien nicht zu leisten vermögen (1953)

Aktuelle Gefahrstoffinformationen (1954)

Entlastungsdesign bei Rohödestillationskolonnen (1826)

Minimalen Flammpunktverhaltens bei binären Mischungen (1841)

Elektrostatik: Verpackungen (1844)

Brandschutz in Filter- und Zerstäuberanlagen (1846, 1896)

Unfälle mit gefährlichen Stoffen auf der Straße und auf der Schiene (1790)

Implosion eines großen Kristallisatorkessels (1845)

Sicherheit in Feuerungsanlagen (1894)
Inertisierung zur Explosionsvermeidung (1895)
Störfällen bei chemischen Prozessen: Praxisbeispiele (1898)
Technische Empfehlungen von BP zur Vermeidung einer fatalen Explosion (1907)

Gefahrenpotenziale bei Grignard-Reaktionen (1670)
Explosionstechnische Entkopplungssysteme, Entlastungsschlot (1671, 1672)
Zustandsüberwachung, regelmäßige Überwachung von Dampfkesseln und Druckbehältern (1674)
Versagen eines Explosionsschutzsystems im Pulverbunker (1694)
Naphtha-Vorratstank – Großbrand im Tanklager (1695)

Verfahren:

Thermische Trenntechnik

Für Komplexmische der Erdölfractionen wird die Berechnung der **Gleichgewichts-Flashkurve** (1960) mittels Temperaturdaten der TBP-Kurve vorgeschlagen. Die Siedekurven-Berechnung diente mir früher schon als praktische Methode z.B. zur **Berechnung der TBP-Kurve** aus der ASTM-Siedekurve von Komplexmischen (1972).

(1960) **Berechnung der Gleichgewichts-Flashkurve (Estimate equilibrium flash vaporization curves accurately)**
HYDROCARBON PROCESSING Vol 85 (2006) No 5, 103-104
Verf.: DOKHKAN, A. H,

(1972) **Das stochastische Modell für die destillative Fraktionierung - ein Beitrag zur Miniplant-Technik**
Chem. Tech. (Leipzig) 35 (1983) 8, 392-396
Verf.: Heckmann, M.

CFD-Simulationen liefern praxisnahe Modelle für Strömungsprofil, Hydraulik und Stofftransporteffizienz sowohl für Siebböden (1883), als auch für Füllkörper- und Packungskolonnen (1901)

(1883) **Untersuchungen zur Effizienz von Destillationskolonnen mit Siebböden durch CFD-Simulationen**
Chem. Eng. Technol. 29 (2006) 3, 326-335
Verf.: Rahimi, Rahbar; Rahimi, Mahmood Reza; u.a.

(1901) **Übersicht über Korrelationen zur Berechnung des Stofftransports in Füllkörper- und Packungskolonnen**
Ind. Eng. Chem. Res. 44 (2005) 23, 8715-8729
Verf.: Wang, G.Q.; Yvan, X.G.; Yu, K.T.

Verheißungsvolle Wege für **Energieeinsparungen bei der Destillation** werden zunächst theoretisch vorgestellt, erfordern natürlich einen höheren Apparate- und Regelungsaufwand. Ermöglicht wird dies durch innere Dampf- und

Flüssigkeitsströme der ideal thermisch verkoppelten Destillationskolonne, **ITCDIC** (1733) oder durch das wärmegesteuerte Destillationssystem, **HDD** (1940).

(1733) **Regleruntersuchung für eine ideal thermisch verkoppelte Destillationskolonne (ITCDIC)**

Chem. Eng. Technol. 28 (2005) 9, 1048-1055

Verf.: Zhu Yu; Liv Xinggao

(1940) **Mathematisches Modell eines wärmegesteuerten Destillationssystems für die Destillation eines Zweistoffgemisches**

Ind. Eng. Chem. Res. 44 (2005) 24, 9156-9163

Verf.: Chen Min-Chih; Takeshita, K.; Ishida, M.

Für anspruchsvolle destillative Trennaufgaben mit eng siedenden Gemischen führen die Extraktivdestillation **mit ionischen Flüssigkeiten** (1734, 1814) und Hybridprozesse **mit Membrantrennung** zu deutlichen Einsparungen (1742, 1668, 1776). Große Chancen zur Entwicklung neuer leistungsfähiger Verfahrenskonzepte bietet auch die in einer Übersicht dargestellte **Reaktivdestillation** (1709).

(1734) **Extraktivdestillation mit ionischen Flüssigkeiten**

Chem.-Ing.-Tech. 77 (2005) 11, 1800-1808

Verf.: Beste, Y.; Eggersmann, M.; Schoenmakers, H.

(1814) **Sensationelle Anwendungen nach 100 Jahren Dornröschenschlaf**

CLB Chem. Labor Biotech. 57 (2006) 5, 176-182

Verf.: Hasenpusch, W.

(1742) **Prozessanalyse hybrider Trennverfahren am Beispiel der Kopplung von Rektifikation und Membrantrennung**

Chem.-Ing.-Tech. 77 (2005) 11, 1737-1748

Verf.: Kresi, P.; Görak, A.

(1709) **Reaktivdestillation**

Chem.-Ing.-Tech. 77 (2005) 11, 1749-1758

Verf.: Kaibel, G.; Miller, C.; Holtmann, T.; Schoenmakers, H.

Weitere thermische Trennverfahren mit **Membranen** werden entwickelt und mit großem Interesse beachtet:

Stand und Perspektiven der Membrantechnik (1833)

Zeolithmembranen - ein kurzer Überblick (1920)

Auslegung von Trennapparaten mit dichten Membranen (1923)

Entwicklung ethanolsensitiver Membranen (1944, 1858)

Dampf-flüssig-Pervaporation (1834)

Reaktivdestillationsprozess kombiniert mit Membranabtrennung 1668,

Entwässerung vom Isopropanol durch einen pervaporationsbasierten Hybridprozess (1776)

Wärmeübertragung

Erfreulicherweise gibt es noch übersichtliche, einfache Hilfsmittel, wie **Diagramme** zum Wärmeübergang an Rohrbündelwärmetauschern (1705) oder **praktische Hinweise** zur Planung von Erhitzeranlagen mit organischem Wärmeträgermedium (1706). Auch zum altbewährten **Umlaufverdampfer** gibt es immer wieder lesenswerte Hinweise aus umfassend durchgeführten Experimenten (1794).

(1705) **Entwicklung einer neuen Methode für die Schätzung des einphasigen Wärmetransportkoeffizienten auf der Mantelseite eines Mantel-Rohrbündel-Wärmetauschers**

Appl. Therm. Eng. 25 (2005) 14-15, 2412-2420

Verf.: Ayub, Z.H.

(1706) **Die optimale Auslegung von Anlagen der Wärmeübertragung**

Tce (2005) 771, 29-31

Verf.: Albus, S.

(1794) **Experimentelle Untersuchungen zum Betriebsverhalten eines Naturumlauferdampfers**

Int. J. Heat Mass Transf. 49 (2006) 13-14, 2304-2314

Verf.: Baars, A.; Delgado, A.

Eis-Wasser-Gemische werden zur Temperierung eingesetzt, wobei jedoch für einen optimalen Wärmeübertrager-Entwurf das Strömungsverhalten bekannt sein muss. Teilweise nicht-newtonsches Verhalten, CFD-Modellierung und Versuchsergebnisse liefern eine umfassende Beurteilung des Wärmeüberganges (1879, 1881).

(1879) **Impulsübertragung von Eisbreiströmungen in Rohren, Tl. 1 bis 3**

Int. J. Refrig. 29 (2006) 3, 418-450

Verf.: Niezgodna-Zelasko, Beata

(1881) **Wärmeübergangscharakteristika von Eisbrei beim Schmelzen in einer Rohrströmung**

Int. J. Refrig. 29 (2006) 3, 451-455

Verf.: Dong Won Lee; Eung Sang Yoon u.a.

Eine Literaturübersicht und nicht ganz neue, aber immer bessere Ergebnisse werden publiziert:

Wärmeübertragung - Eine Literaturübersicht für 2003 (1851)

Mantelseitige Druckverluste für Flüssigkeitsströmungen in Rohrbündel-Wärmetauschern (1825)

Wärmetransport im lam./turb. Übergangsgebiet in glatten horizontalen Rohren (1850)

Wärmetransports beim Behältersieden in Rohrbündeln (1939)

Reinigung von Molkeproteinablagerungen mit pulsierender Strömung (1818)

Modellierung von nassen Kühltürmen (1822)

Bioraffinerie

Das 21. Jahrhundert scheint die Ära der Bioraffinerie einzuläuten, die Bioraffinerie schickt sich an, die Petrochemie **in vielen Bereichen** abzulösen (1924, 1957):

(1924) **Revolution der Bio-Raffinerie**
Chem. Ind. (London) (2005) 19, 14-15
Verf.: Eisberg, N.

(1957) **Die Rolle der Chemokatalyse bei der Etablierung der Technologieplattform "Nachwachsende Rohstoffe"**
Chemie Ingenieur Technik 78 (2006) 8, 991-1012
Verf.: Claus, P., Vogel, G. H.

Die Bedeutung dieses Wissensgebietes wird durch folgende **neue Handbücher** unterstrichen:

Bioraffinerien - industrielle Prozesse und Produkte: Status quo und zukünftige Entwicklungsrichtungen (1728)

Mikrobiologische Herstellung chemischer Grundstoffe (1687)

Chemisch-technische Verwertung von Biomasse (1688)

Die Nutzung biotechnologischer Verfahren für industrielle Anwendungen außerhalb der Bereiche der Medizin (Rote Biotechnol.) und der Pflanzenzucht (Grüne Biotechnol.), das ist die **Weißer Biotechnologie**(1762) mit den neuen Möglichkeiten der Biokatalyse (1968). Sowohl die Miniplant-Technologie (1956) als auch das Scale-up von industriellen Fermentationsprozessen (1713) fördern diese Entwicklung.

(1762) **Feinchemie braucht Weißer Biotechnologie**
transkript 11(2005) 12, S. 47-48
Verf.: Struhalla, M.; u.a.

(1968) **Enzyme entzücken Chemiker**
Chem. Rundschau 59 (2006) 10, S. 28-31
Verf.: Budzinsky, A.

(1956) **Einsatz und Potenzial der integrierten Miniplant-Technologie für die Enzymkatalyse**
Chemie Ingenieur Technik 78 (2006) 8, 1013-1021
Verf.: Berendsen, W., R. Samorski, M.

(1713) **Optimierung und Scale-up von industriellen Fermentationsprozessen**
Appl. Microbiol. Biotechnol. 68 (2005) 4, 425-435
Verf.: Schmidt, F.R.

Die Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe führt in der Stoffwirtschaft zunehmend zu **umfassenden Anwendungsgebieten**, wie Kraftstoffe, Chemikalien und Energie (1926). Bioethanol-Herstellung und Anwendungen werden gegenüber Biodiesel oder Methanol inzwischen häufiger publiziert. Ein Überblick über den derzeitigen Status

der Fermentation von Biomasse zu Ethanol wird mit vielversprechenden neuen Ansätzen gegeben(1903).

(1926) **Der Weg in Richtung Biokraftstoffe und Biomaterialien**

Science 311 (2006) 5760, 484-489

Verf.: Ragauskas, A.J.; Williams, Ch.K.; u.a.

(1903) **Ethanol aus der Fermentation von Biomasse: Derzeitiger Stand und Aussichten**

Appl. Microbiol. Biotechnol. 69 (2006) 6, 627-642

Verf.: Lin, Yan; Tanaka, Shuzo

Interessant vor allem Berichte zur **Verarbeitung von preiswerten Lignocellulosen**:

Bioraffinierung von Nadelhölzern (1675)

Von Weichholz zu Ethanol (1781)

Maisstrohfraktionen und Bioenergie (1782)

Ethanolproduktion mit Getreidestroh (1788, 1789, 1800, 1801, 1859)

Fermentation von Weizenhemicellulose (1783)

Weizenstroh für die Coproduktion von Bioethanol und Elektrizität (1786)

Flüssigkraftstoffe aus lignocellulosehaltiger Biomasse (1938)

Hydrolyse von Lignocellulosesubstraten (1862)

Bioethanol aus Cellulose mit überkritischer Wasserbehandlung (1787)

Energietechnik

Die Produktion von **Synthesegas aus Kohle** und Erdgas (1680) kann ebenso wieder Bedeutung gewinnen wie die vielfältigen Entwicklungen zur **Wasserstoffherstellung** insbes. über Ethanol s.u.

(1680) **Ein neuer Synthesegas-Prozess durch gleichzeitige Vergasung von Kohle und Erdgas**

Fuel 84 (2005) 5, 525-531

Verf.: Song Xueping; Guo Zhancheng

Ethanol zu **Wasserstoff** (1682),

Bioethanol-Dampfreforming (1710),

Wasserstoff durch Dampfreformierung von Methan (1723),

Biomassevergasung zur Erzeugung von Wasserstoff (1724),

Dampfreformieren von Schnellpyrolyse-Bioöl (1737),

Produktion von Wasserstoff aus Glukose (1686),

Biotechnologischen Wasserstoffherzeugung aus Biomasse (1765),

Wasserstoffproduktion (1763).

Wasserstoff-Energiezyklus (1899),
Produktion von Wasserstoff mit Biomasse (1942, 1946, 1945),
Vergasung von Biomasse zu Wasserstoff (1915),
Dampf-Reformierung von Ethanol (1941, 1775, 1916, 1919),
Photovoltaisches System zur Produktion von Wasserstoff (1847),
Fermentative Wasserstoffproduktion (1860, 1861),
Wasserstoff aus Ethanol (1854, 1922).

Ebenso umfangreich erschienen Publikationen zur **Biogaserzeugung**:

Renaissance der Vergasung (1743),
Biomassevergasung (1736),
Biogaseinspeisung in Gasnetze (1752),
Entwicklung von Biomassefeuerungen (1698),
Verbrennung von Biomasse (1722, 1697),
Verbrennung von Biogas (1725),
Thermodynamische Stoffdaten für Biogase (1803),
Thermodynamische Grenzen zur Biomassevergasung (1774),
Die Zündgrenzen von H₂-CO-CH₄- Mischungen (1805),
Nutzung von Biogas (1823),
Aus Biogas wird Erdgas (1963),
Vergasung und Verbrennung von biogenen Roh- und Reststoffen (1937),
Umweltfreundlichkeit von Biogas- Kombikraftwerken mit Hilfe von Ökobilanzen (1932),
Hochtemperaturkorrosion bei der Verbrennung von Biomasse? (1865),
Einspeisung von Methan aus der Biomassevergasung (1848),
Entfernung von Teer und Ammoniak aus dem Gas bei der Biomassenvergasung (1917),
Mitverbrennung von Biomasse und Klärschlamm (1806).

CO₂-Minderung

Unter **CO₂-freien Kraftwerken** versteht man solche, bei denen CO₂ abgetrennt und unterirdisch gelagert wird. Trotz derzeitig wirtschaftlicher Nachteile, könnten diese aber konkurrenzfähig werden mit notwendigerweise steigenden Preisen für CO₂-Emissionszertifikate (1967). Insofern ist auch hier die Vielzahl der Publikationen auf diesem Gebiet plausibel.

(1967) **Studie: CO₂-freie Kraftwerke**
Chemanager energy Okt (2006) 3
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)

Verf.: www.isi.fhg.de

Kohlendioxid geht unter Tage (1757),
CO₂ Rückgewinnung und Speicherung (1910),
CO₂-Abtrennung in Ammoniakanlagen (1683),
Druckwechseladsorption zur CO₂ Abtrenng. (1738),
Adsorption von Kohlendioxid (1740),
CO₂-Absorptionssysteme (1884 bis 1887),

Absorbens für Kohlendioxid (1711),
Löslichkeit von Kohlendioxid (1715),
CO₂- Entfernung aus dem Rauchgas (1720),
Membran- Kontaktor zur Abrennung von Kohlendioxid Rauchgas (1950).

Konstruktionen

Kolonnen

Praktische Hinweise für Design und Fertigung von Bodenkolonnen werden ähnlich einer Checkliste zur Hand gegeben (1669, 1961). Neue noch leistungsfähigere, metallische Füllkörper, VFF-P, werden für das Revamping angeboten(1965) oder solche aus ETFE, PTFE oder PFA , beständig bis 150°C (1754). Auch über neue Packungen aus Keramik, FLEXERAMIC, beim Einsatz für regenerative Oxidizer wird berichtet (1911).

(1669) **Behalte die Details unter Kontrolle. Auslegung von Bodenkolonnen**
Chem. Eng. (N. Y.) 112 (2005) 9, 52-58
Verf.: Mukherjee, S.

(1961) **Frage die Lieferfirma beim Revamping der Kolonne** (Ask more from vendors when revamping your distillation column)
HYDROCARBON PROCESSING JUNE 2006 65-69
Verf.: ZEIDAN, A.

Wärmeübertrager

Die Auslegung von **Plattenwärmeübertragern** muß mit einem Korrekturfaktor für die mittl. log. Temp'diff erfolgen, weil die Randkanäle nur einseitigen Wärmeübergang ausgesetzt sind (1730). Für **Halbrohrschlangen** gibt es ein experimentell bestätigtes Wärmeübergangs-Berechnungsmodell (1792). **Spiralrohre** sind für Wärmetauscheraufgaben hervorragend geeignet, da die Krümmung des Rohrs zu einem sekundären zirkulären Strömungsfeld führt, das die Fluidteilchen ins Zentrum des Rohrs trägt. Das ist besonders für das Kühlen und Aufheizen von hochviskosen Pasten und scherempfindlichen Produkten interessant (1808).

(1730) **Ermittlung des Einflusses der Randeffekte auf das thermische Verhalten von Plattenwärmeübertragern**

Heat Transfer Eng. 26 (2005) 10, 3-7
Verf.: Polley, G.T.; Abu-Khader, M.M.

**(1792) Modellentwicklung und experimentelle Untersuchungen zur
Wärmübertragung beim Abkühlen einer Flüssigkeit unter Verwendung einer
Halbrohrschlangenummantelung**

Chem. Eng. J. 118 (2006) 3, 183-188
Verf.: Dhotre, M.T.; hflurthy, Z.V.P.; Jayakumar, N.S.

**(1808) Untersuchung von Druckabfall und Wärmeübertragung in einem
Doppelrohr- Rohrschlangenwärmetauscher**

Chem. Eng. Sei. 61 (2006) 13, 4403-4416
Verf.: Kumar, Vimal; Saini, Supreet; Sharma, Manish; u.a.
