



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Forschungsbericht

Gesamthochschule Paderborn

Paderborn, 1.1976 - 2.1977/78(1979)

C. 11 Fachbereich 11 (Maschinentechnik II)

urn:nbn:de:hbz:466:1-31285

Prof. Dipl.-Ing. E. Sieben, FHL

„Untersuchung des Einflusses der Relativbewegungen zwischen Wellen und reibschlüssig aufsitzenden Naben unter Last“

Dauer: 1975–1978

Förderung: durch MWuF

Kurzt e x t :

Obwohl es eine große Anzahl von Untersuchungen über Wellen-Naben-Verbindungen gibt, liegen über das spezielle Gebiet des Einflusses der Relativbewegungen unter Last nur wenige Arbeiten vor. Theoretische Überlegungen lassen die Vermutung zu, daß die bei jeder Belastung unvermeidlichen Verformungen, die zu kleinen Relativbewegungen in der Fuge führen, unter Einfluß der Fugenpressung und des daraus resultierenden Gleitwiderstandes beachtliche örtliche Wechselscherspannungen erzeugen, die dann eine Werkstoffermüdung erwirken und, wie die Praxis zeigt, zum Wellenbruch führen können. Bei den durchzuführenden experimentellen Untersuchungen soll der Zusammenhang zwischen verschiedenen, durch Fugenpressung und Reibbeiwert bedingten Reibwiderständen und der Ermüdung in der Nabenfuge bei reinem Biegemoment und mit jeweils konstant gehaltenen Werkstoffen, Wellen- und Nabenformen sowie Baugrößen untersucht werden. Daraus sollen Richtwerte zur Gestaltung und optimalen Werkstoffausnutzung bei Wellen-Naben-Verbindungen abgeleitet werden.

C. 11 Fachbereich 11

Maschinentechnik II

Statistische Zusammenfassung

FHL-Stellen insgesamt 14

besetzt 14

Studenten 166

Nichtwiss. Mitarbeiter 8

C. 11.1 Situation und Entwicklung des Fachbereichs

Trotz der hohen Stundenzahlen in der Lehre bearbeitet zur Zeit ein erheblicher Anteil von Hochschullehrern Forschungsprojekte, deren Themen hauptsächlich aus dem Bereich der Strömungstechnik stammen. Hier ist darauf hinzuweisen, daß bei der Erstausrüstung durch die Wahl der beschafften Maschinen auf eine möglichst universelle Verwendbarkeit geachtet wurde.

Beispielhaft seien im folgenden einige Projekte angeführt.

Durch Herrn Tillner wurden umfangreiche Untersuchungen zum Problembereich Kavitation vorgenommen. Die instationären Strömungszustände in Gebläsen werden zur Zeit intensiv bearbeitet. Fachgebietsübergreifend sind strömungstechnische Studien an biologischen Objekten. In dem Bereich Strömungstechnik ist ferner das vom Land NRW geförderte For-

schungsvorhaben „Hydraulische Feststoffförderung“ angesiedelt, das durch die Herren Reinhart und Dr.-Ing. Wiedenroth betreut wird und inzwischen zu einer Zusammenarbeit mit Technischen Universitäten und interessierten Verbänden führte.

Schließlich sei noch auf Arbeiten über faserverstärkte Kunststoffe durch Herrn Voß hingewiesen; diese Bemühungen führten zur Entwicklung zahlreicher Produkte aus solchen Werkstoffen.

Aus dem Bereich der Wirtschaftswissenschaften seien Studien über „Wirtschaftliche Strukturwandlungen im Hochsauerland“ von Herrn Gerlich erwähnt.

C. 11.2 Einzelprojekte

Prof. Dipl.-Vw. W. Gerlich, FHL

„Wirtschaftliche Strukturwandlungen im Hochsauerland,
– Einfluß der staatlichen Planungen und Maßnahmen,
– Effektivität der Maßnahmen und Abweichungen von der Zielprojektion“

Kurzt e x t :

Die Forschungstätigkeit erstreckt sich z. Z. auf *die Erfassung der Grundlagen der Wirtschaftsstruktur des Hochsauerlandes*. Hierbei kristallisieren sich mehrere wichtige zeitliche Perioden heraus (z. B. vor dem 1. Weltkrieg, 1918–1939, nach 1945), in denen jeweils Förderungsmaßnahmen mit unterschiedlichen Zielrichtungen durchgeführt wurden.

Die Erfassung des umfangreichen Materials, Sichtung und Wertung wird z. Z. durchgeführt.

Zur Zeit sind weder andere Wissenschaftler noch andere Studenten an dem Projekt beteiligt. Auch sind keine Mittel beantragt noch von dritter Seite geplant.

Prof. Dipl.-Ing. H. Petry, FHL

„Standortuntersuchung neuer Talsperren – Pumpspeicherwerke an Talsperren“

Kurzt e x t :

Die Versorgung mit Wasser für Landwirtschaft, Mensch und Industrie im Einzugsbereich der Ruhr gehört zu den brennendsten Aufgaben unseres Landes. Deshalb sollte dem Bau von neuen Sperranlagen höchste Beachtung geschenkt werden. Die bei diesen Anlagen anfallende Energie soll gleichzeitig zusätzlich zur Deckung des Kraftbedarfs zur Verfügung gestellt werden. Die erforderlichen umfangreichen Voruntersuchungen erstrecken sich besonders auf Erforschung günstiger Einzugsgebiete, sowie der benachbarten, oberhalb und unterhalb gelegenen Gebiete bis zur Einmündung in einen größeren Vorfluter. Im einzelnen sind weiter zu erforschen: Das Staubecken, seine Ausdehnung und Größe, sein Einflußbereich unter Angabe des in Anspruch genommenen Geländes und dessen derzeitige Nutzung. Siedlungen und gewerbliche Anlagen, soweit sie berührt oder beein-

flußt werden. Verkehrswege und neue Versorgungsleitungen. Alle gewässer- kundlichen und wasserwirtschaftlichen Daten und ihre Beeinflussung durch die neue Stauanlage.

Festlegung des Absperrbauwerkes, Erforschung der günstigsten Bauart. Bestimmung aller erforderlichen Betriebsanlagen.

In der Endstufe Überprüfung der geplanten Anlagen auf Möglichkeiten zur Energieerzeugung durch Errichtung von Hochdruck-Stauwasserkraftwerken.

Prof. Dipl.-Ing. W. Tillner, FHL

„Untersuchungen über das Betriebsverhalten und über das Antriebsverhalten von Kleingebäsen insbesondere im instationären Betriebsbereich“ Teilprojekt 2.2 im Forschungsschwerpunkt „Elektrische Kleinantriebe“

Dauer: 1974–1978

K u r z t e x t :

Kleingebäse stellen im Prinzip einstufige Verdichter dar; auch bei ihnen wird im Teillastbereich, d. h. bei Drosselung unter den Auslegungspunkt, instationäres Arbeiten beobachtet. Bei Drosselung beginnt dieses instationäre Arbeiten zunächst damit, daß an einer oder an einigen Schaufeln die Strömung saugseitig abreißt. Diese Abreißzone wird an die nächste Schaufel weitergegeben und wandert als Wolke relativ zum Laufrad um (rotating stall). Bei weiterer Drosselung gelangt man dann zum totalen Abreißen an allen Schaufeln, so daß die Pulsationen zurückgehen und eine gewisse Drucksteigerung mit kleinem Wirkungsgrad erzielt wird. Bei Kleingebäsen können diese Betriebszustände auftreten, ohne daß sie über das Maschinen- geräusch sofort festgestellt werden, wie das bei großen Maschinen der Fall ist. Es ist überdies vom Verfasser vermutet worden, daß sich die relativ zum rotierenden Laufrad fortpflanzenden Ablösungswolken in ihrer Stärke während ihres Umlaufes verändern.

Ziel der Arbeit soll sein, die Ablösungszonen in ihrer Größe, Lage, Anzahl und Umlaufgeschwindigkeit meßtechnisch zu erfassen und gleichzeitig Antriebsschwankungen zu beobachten.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Versuchsstand im Labor für Strömungstechnik an der Abt. Meschede der GH Paderborn benutzt. Der Antrieb des Gebläses erlaubt dynamische Momentmessungen. Die Gebläse werden bezüglich der Energiesteigerung und des Massendurchsatzes abgefragt. Zur Erfassung der instationären Strömungsvorgänge ist ein spezielles Hitzdraht-Trio entwickelt und erprobt worden, welches Strömungswinkel und Größe der Absolutströmung sowie die Umlaufgeschwindigkeit der Wolken mißt. Gleichzeitig können „Pump“-Untersuchungen mit einem größeren Verbraucher angestellt werden. Parallel zu diesen Untersuchungen laufen theoretische Arbeiten, bei denen insbesondere die elektrodynamische Analogie zwischen elektrischem Feld und Strömungsfeld einbezogen wird. Erste Ergebnisse lassen erkennen, daß der Verstärkungseffekt bei rotierenden Abreißzonen vorliegt.

Die Abreißgebiete können erfaßt und in das Relativsystem transformiert werden.

Prof. Dipl.-Ing. W. Tillner, FHL

„Die Strömung der Gas-Flüssigkeitsgemische“

Dauer: 1973–1975

Kurzt e x t :

Es besteht oft die Aufgabe, Gas-Flüssigkeitsgemische in Pumpen zu fördern. Zur Beherrschung der Strömung in rotierenden Laufrädern benötigt man einen Einblick in die Bewegung der Gasblasen in den Druckfeldern der Flüssigkeits-Grundströmung.

Das Ziel der Arbeiten besteht in der theoretischen Durchdringung der Mehrphasenströmungen, wozu neben Gas-Flüssigkeits-Gemischen auch Dampf-Flüssigkeitsgemische zählen. Diese theoretischen Arbeiten werden durch experimentelle Untersuchungen unterstützt. Das besondere Ziel ist die Kenntnis der Schlupfbewegungen der Gasblasen bei der Durchströmung von Strömungsfeldern mit Druckgradienten, wie sie in Pumpenlaufrädern vorliegen.

Es werden zunächst an einem ruhenden Kanal, der bei der Durchströmung mit Wasser Druckgradienten aufweist, die Schlupfbewegungen fotografisch festgehalten und dann ausgewertet.

An einem Pumpenversuchsstand werden die Vorgänge am rotierenden Laufrad untersucht.

An einem weiteren Pumpenversuchsstand wird das weitere Betriebsverhalten einer vollständigen Maschine untersucht und mit theoretischen Überlegungen verglichen.

Eingesetzte Methoden und Instrumente

1. Wasserkanal zur Untersuchung des Slipverhaltens von Gasblasen in Wasserströmungen mit Druckgradienten
2. Kreiselpumpenversuchsstand mit offenem Laufrad für Sichtversuche
3. Versuchsstand zur Untersuchung von Kreiselpumpen bei Gemischförderung
4. Versuchsstand zur Untersuchung von Strahlpumpen bei Gemischförderung

Luftblasen zeigen erhebliche Slipbewegungen in Wasserströmungen, wobei das Geschwindigkeitsverhältnis zwischen Wasser und Luft je nach Druckgradient erhebliche Werte annehmen kann.

Bei positiven Druckgradienten bedeutet das eine zusätzliche Verzögerung der Grundströmung, so daß man früher zu Ablösungen gelangt. Das führt in Pumpenlaufrädern schnell zu Entmischungen, so daß die Förderung aussetzt. Diese Erscheinung interessiert besonders bei mehrstufigen Pumpen, die bei Gemischförderung daher eine mit der Stufenzahl nichtlineare Energiezunahme aufweisen.

Prof. Dipl.-Ing. W. Tillner, FHL

„Das Widerstandsverhalten von rauhen Oberflächen bei kleinen Reynoldsschen Zahlen“

Dauer: 1973—1974

Kurzt ext :

Das strömungstechnische Verhalten von rauhen Oberflächen bei Längsanströmung und bei Anstellungen gegen die Strömungsrichtung im Bereich kleiner Re-Zahlen spielt bei Kleingebläsen eine besondere Rolle. Ziel des Vorhabens ist die Erfassung des Widerstands- und Auftriebsverhaltens sowie des Umströmungs- und Ablösungsverhaltens von Platten und Profilen in diesem Strömungsbereich.

Anregungen über die Gestaltung von Rauigkeiten für diesen Reynoldsbereich werden aus der Beobachtung und Untersuchung von Insektenflügeln erhalten. Die technisch nachgebildeten Rauigkeiten werden im Windkanal mit Hilfe einer höchstempfindlichen Windkanalwaage untersucht. Hitzdrähte kommen ebenfalls zum Einsatz.

Danach werden Gebläseräder mit den ermittelten Rauigkeiten versehen und in einem Gebläseversuchsstand untersucht.

Eingesetzte Methoden und Instrumente

1. Beobachtungen und Messungen in einem turbulenzarmen Klein-Windkanal von natürlichen Flugsystemen von Insekten — Biotechnik
2. Windkanalmessungen an Platten mit nachgebildeten Rauigkeiten
3. Gebläseuntersuchungen

Rauigkeiten unter einer bestimmten Größe tragen in diesem Re-Zahlenbereich nicht zu einer Widerstandserhöhung bei. Das Auftriebs- und Ablösungsverhalten wird aber wesentlich verbessert, so daß bei Gebläsen der Betriebsbereich stark erweitert werden kann.

Prof. Dipl.-Ing. M. Schweins, FHL

„Wärmebehandlung von Stählen: Untersuchungen der Entkohlung von Stählen bei Härtetemperaturen“

Kurzt ext :

Das laufende Projekt dient der Untersuchung der Wärmebehandlung von Stahl, speziell der Stahlhärtung.

Für den Erfolg einer Härtung von Stahlstücken ist u. a. die Vermeidung einer Randentkohlung von entscheidender Bedeutung. Die Untersuchung des Entkohlungsverhaltens von Stählen bei Härtetemperatur in Abhängigkeit von den Glühbedingungen ist Gegenstand dieser Arbeit, wobei analytisch-chemische und metallographische Untersuchungsmethoden angewandt werden.

Prof. Dr.-Ing. W. Wiedenroth, FHL
Prof. Dipl.-Ing. E. Reinhart, FHL
Grad.-Ing. F. Stemmer (Forschungsingenieur)

„Untersuchung zum hydraulischen Feststofftransport“

Dauer: 1974–1977

Förderung: durch MWuF

Kurzt e x t :

Der hydraulische Transport von Massengütern findet innerbetrieblich und über große Entfernungen wachsende Verwendung, da es sich dabei um außerordentlich leistungsfähige Systeme handelt, die sich zusätzlich durch große Umweltfreundlichkeit auszeichnen. Typische Anwendungsbereiche sind der Erz- und Kohlefernttransport, die hydraulische Kohlegewinnung, die Gebiete der Naßbaggerei bis hin zur Weiterleitung von Explosivstoffen. Zur Erzielung der angestrebten hohen Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems müssen alle Komponenten von der Aufgabestation über Pumpenanlage und Druckrohrleitung bis zur Abgabestelle möglichst genau so aufeinander abgestimmt sein, daß für alle auftretenden Betriebszustände eine sichere Funktion gewährleistet ist und im Nennbetriebspunkt alle Anlagenteile optimal arbeiten.

Da hydraulische Förderanlagen für kurze bis mittlere Förderstrecken mit hohen Förderleistungen nahezu ausschließlich Kreiselpumpen als Antriebsmaschinen verwenden, konzentrieren sich die Arbeiten dieses Forschungsvorhabens auf das Verhalten dieser Maschinen bei der Förderung von Feststoff-Wasser-Gemischen. Dabei soll untersucht werden, wie die Kennlinien der Pumpe in Abhängigkeit von der Dichte, Körnung und Konzentration im Gemisch bei verschiedenen Drehzahlen unterworfen ist und wie sich diese Einflüsse mit der Bauform verändern.

Wegen der Zahl der einwirkenden Parameter, ihrer unbekanntenen Interdependanz und ihres statistischen Charakters kann die Aufgabe zunächst nur analytisch angegangen werden. Auf der Basis experimentell erarbeiteter Unterlagen lassen sich dann für die unterschiedlichen Transportzustände Zusammenhänge ermitteln, die gegebenenfalls eine allgemeine Aussage erlauben.

Aus diesen Gründen wurde entschieden:

1. Versuchseinrichtungen zu schaffen, die es gestatten, die maßgebenden Parameter des transportierten Feststoffes zu bestimmen,
2. Förderanlagen semitechnischer Größe zu errichten, um daran das Förderverhalten der installierten Kreiselpumpen zu studieren,
3. durch geschickte Abstufung aller relevanten Parameter mit einem möglichst eng geknüpften, weit spannenden Netz von Meßpunkten den Untersuchungsbereich abzudecken.

Zur Erfüllung von Punkt 1. des vorigen Abschnittes war es nötig, die Feststoffe sowohl hinsichtlich ihrer mechanischen wie der hydraulischen Parameter, und zwar als Einzelkörner wie als Kornhaufen zu untersuchen.

Dazu dienen eine elektromechanische Siebmaschine und ein Versuchsstand zur Bestimmung der Sinkgeschwindigkeit. Durch intensive experimentelle Anstrengungen ist es dabei gelungen, ein fotoelektrisches Gebersystem zu entwickeln, das alle Bereiche des vorhandenen Sinkquerschnittes gleichmäßig berücksichtigt, so daß auch das Sinkverhalten von Kornwolken meßtechnisch erfaßbar wurde.

Trotz großer Lieferfristen für wesentliche Bauteile der Versuchsstände und der zugehörigen Meßeinrichtungen konnte erreicht werden, eine Anlage mit einer Nennweite von 125 mm und einer Gesamtrohrlänge von 25 m sowie einen zweiten Kreislauf NW 200 mit etwa 15 m Rohrlänge, installierte Leistung 55 kW, mit allen erforderlichen Meßwertgebern, sowie sie doppelt vorhanden, zu errichten und anzufahren. Durch zähe, zeitraubende Bemühungen gelang es, Meßtechniken insbesondere zur getrennten Messung der Geschwindigkeiten von Feststoff und Trägermedium zu entwickeln und einsatzfähig zu machen. Inzwischen konnte ebenfalls durch gerätetechnische Erweiterungen und Ergänzungen die beschaffte Isotopen-Dichtemeßanlage für die spezifischen Belange modifiziert werden. Erst durch den Bau einer besonderen Kalibriereinrichtung wurde es möglich, die Dichtemessung mit der gewünschten Genauigkeit zu eichen und jederzeit entsprechend reproduzierbare Messungen zu erzielen.

Während sich die Bereitstellung der Meßwerte als relativ problemlos erwies, muß deren Zwischenspeicherung auf Lochstreifen und spätere Verarbeitung im Rechenzentrum der Abteilung als möglicher, jedoch aus mehreren Gründen unbefriedigender Weg bezeichnet werden. Als besonders problematisch erwies sich die Behandlung von Fehlmessungen. Erst durch weitreichende gerätetechnische Eingriffe und aufwendige Programmierung gelang es, wenigstens während der Messung erkannte Fehler bei der Datenverarbeitung zu unterdrücken. Die Organisation des vorhandenen Systems erlaubt jedoch nur eine blockweise Ausschaltung von Fehlmessungen, einzelne Meßwerte lassen sich nicht korrigieren. Wegen der langen Übersetzungszeit des Programmes kann derzeit die Abarbeitung von Meßdaten nur nach Ansammlung etlicher Meßreihen sinnvoll ausgeführt werden, unerfreuliche Verzögerungen der experimentellen Arbeiten und sehr späte Fehlererkennung sind die Folge, zumal der Rechner während des Vorlesungsbetriebes vorrangig für Lehrzwecke eingesetzt werden muß.

Für zunächst sieben Feststoffsorten (Quarz) wurden die Parameter Kornverteilung, Dichte und Sinkgeschwindigkeit soweit möglich mit statistischen Sicherheiten von im allgemeinen 68,3 % ermittelt. Anschließend geschahen Messungen zur Bestimmung der Feststoff- und Wassergeschwindigkeit für Feststoffwolken zur Bestimmung des Schlupfes zwischen transportiertem Material und Trägermedium.

Um die Raumkonzentration des Feststoffes im Kreislauf bei den Förderversuchen durch Einwaage vorgeben zu können und zur Kontrolle des induktiven Durchflußmessers werden Versuchsreihen nach dem Salzgeschwindigkeitsverfahren vorgenommen, das aktive Versuchsstandsvolumen

konnte für den gesamten Strömungsgeschwindigkeitsbereich auf besser als 1 % bei einer statistischen Sicherheit von 68,3 % bestimmt werden.

Unter Verwendung von Zinkchloridlösungen mit abgestufter Dichte ließ sich die Linearität der modifizierten Dichtemeßanlage nachweisen und Kalibriernormale auch für den Quarzsand-Wasser-Gemischtransport schaffen. Dadurch wurde es möglich, bei bekannter Raumkonzentration im Versuchstand aus der Anzeige der Dichtemeßanlage die Transportkonzentration für die eingesetzten Feststoffe für alle Betriebszustände in der Anlage mit NW 125 zu gewinnen.

Ebenfalls durchgeführt wurden bisher Messungen an der Anlage zum Verhalten der derzeit montierten Kreiselpumpe der Ruhrpumpen AG mit fünf verschiedenen Quarzsandkörnungen bei jeweils drei Betriebsdrehzahlen und für sieben verschiedene Transportkonzentrationen. Dank der eingesetzten und erprobten Meßtechnik ließ sich bei diesen Versuchsreihen erstmalig die Transportkonzentration innerhalb enger Grenzen in allen Betriebszuständen konstant halten.

Parallel zum Bau und der Erprobung der experimentellen Einrichtung verlief die Entwicklung der erforderlichen umfangreichen Programme zur Auswertung der Meßdaten. In diese Software wurden neben der meßpunktweisen Berechnung aller interessierten Größen Ausgleichsrechnungen zur statistischen Auswertung eingefügt, die zu diesem Zweck im Rahmen von Graduierungsarbeiten eigens entwickelt wurden. Darüber hinaus gelang es, für einen vorhandenen kommerziellen Kleinrechner Programme zu schaffen, die ein Ausplotten der Werte erlauben.

Aus den bisher gewonnenen Untersuchungsergebnissen lassen sich zwar noch keine endgültigen Aussagen ableiten, jedoch zeigen sie, daß aufgrund der verbesserten Meßtechnik Effekte erkannt werden können, die bisher in der Fachliteratur noch keinen Niederschlag fanden.

Zusammenarbeit mit anderen Institutionen:

Mit Instituten an den Universitäten Karlsruhe, Hannover, Braunschweig, Berlin, Clausthal und Erlangen.

Vorgesehene weitere Forschungsziele:

Im Rahmen des laufenden Forschungsvorhabens ist geplant die Untersuchungen mit weiteren kommerziellen Kreiselpumpen als Antriebsmaschinen unter Variation der spezifischen Drehzahl fortzuführen, wobei außer den bisher benutzten Quarzsanden Schwerspat und Kunststoffgranulat als Fördergut benutzt werden soll.

Im Anschluß an diese Arbeiten ist für die Fortsetzung des Forschungsvorhabens vor allem ein intensiveres Studium der Strömungsvorgänge vorgesehen. Dabei sollen unter Berücksichtigung der im ersten Forschungsabschnitt gewonnenen Erkenntnisse mittels variabler Modellpumpen weitere Einzelheiten geklärt werden. Mit Hilfe der dabei erarbeiteten Grundlagen erhoffen die Bearbeiter für die Auslegung feststofffördernder Kreiselpumpen wesentliche Unterlagen zu schaffen, die eine treffsichere Optimierung ermöglichen.