ZEITSCHRIFT FÜR NACHWUCHSWISSENSCHAFTLER

German Journal for Young Researchers

Peer Reviewed ~ Open Access



Sonderheft zur **12. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz** 14.04.2011 in Wernigerode

3. Jahrgang, Ausgabe 2/2011

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Dipl.-Volksw. Ivonne Honekamp, MSc, Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Bamberg Prof. Dr. Wilfried Honekamp, Hochschule Zittau/Görlitz

VERANTWORTLICH IM SINNE DES PRESSERECHTS

Prof. Dr. Wilfried Honekamp Fakultät Elektrotechnik und Informatik Hochschule Zittau Görlitz Bismarckstr. 14 02826 Görlitz Deutschland
 ISSN
 1869-6139

 Internet:
 www.nachwuchswissenschaftler.org

 E-Mail:
 editor@nachwuchswissenschaftler.org

 Tel.:
 0049/03581-3222022

 Fax:
 0911/30844-03398

Nicoletta Wojtera, M.A.; Nikola Wiegeler, M.A.

ART DIRECTOR

LEKTORAT

TEXTSATZ & LAYOUT

FACHREDAKTION

Agrarwissenschaften	Ľ
Architekturwissenschaft und Bauökologie	Ľ
Automatisierung und Informatik	Ľ
Biologie und Ökologie	Ľ
E-Health & Qualitätsmanagement im Gesundheitswesen	Ν
Germanistik, Literaturwissenschaft & Geschichte	Ν
Gesundheitsökonomie, Gesundheitspolitik & Systemgestaltung	Ľ
Pharmazie	Ľ
Politikwissenschaft	S
Rechtswissenschaften	R
Religionswissenschaft, Ethnologie & Gesundheitswissenschaft	F
Soziologie	Ľ
Techn. Gebäudeausrüstung, Facility Management, Elektrotechnik	Γ
Theologie, Philosophie, Ethik & Betriebswirtschaftslehre	Ľ
Wirtschaftsinformatik	Ľ

Dr. agr. Inga Schmalenbach Dipl.-Ing. Murat Doymaz Dr.-Ing. Knut Meißner Dr. rer.nat. Irene Fischer Mag. Alexander Ströher Nicoletta Wojtera, MA Dr. sc. hum. Gordon Heringshausen, MA Dr. sc. hum. Frank Ruhle Sara Kraft RA Dr. Marcus Bauckmann Florian Jeserich, MA Dipl.-Soz.-Wiss. Severin Frenzel Dipl.-Ing. Matthias Kirschenknapp Dr. Joachim Fischer Dipl.-Wi.Inf.(FH) Christian Reinboth

Lisa Ratering

& Holger Lange, M.A.

David Labonte (mit $IAT_{FX} 2_{\varepsilon}$)

SCIENTIFIC BOARD

Dr. rer. pol. Dipl.-Pol. Holger Bentz Professor Dr. Oliver Braun Dr. phil. Dominik Faust Professor Dr. Michael Gente Professor Dr.-Ing. Andreas Karcher Dr. Dipl.-Psych. Harald Meyer Yumi Michalski, MSc Daniel Possenriede, MSc Dr. med. Annette Schmidt-Taube, MSc Dipl.-Wi.Ing. Randolph Schütte Dr. Dipl.-Chem. Uwe Trebbe Akademie Deutscher Genossenschaften ADG Fakultät Informatik, Fachhochschule Schmalkalden Agentur DFKOM Leitender Oberarzt an der Philipps-Universität Marburg Institut für ang. Informatik, Universität der Bundeswehr München Lehrstuhl für Psychologie, Universität Bamberg Tias Nimbas Business School Utrecht Utrecht School of Economics Fachärztin für Allgemeinmedizin Airbus CIMPA GmbH Henkel Fragrance Center

Die interdisziplinäre Zeitschrift für Nachwuchswissenschaftler ist *peer reviewed* und kostenlos online verfügbar. Sie ist in der Elektronischen Zeitschriftenbibliothek und in JournalSeek gelistet. Unsere Artikel sind im Directory of Open Access Journals, in der Bielefeld Academic Search Engine, in Scientific Commons, in Ulrichsweb, in Google Scholar, in Omega, in Socolar, Scirus und in Publish or Perish verfügbar.

INHALT

Impressum	2
Editorial	4
Zwanzig J, Cordes C, & Feuerstein B Charakterisierung von Algen aus der "Alten Elbe" bei Magdeburg mittels MALDI-TOF-MS und Sequenzierung	5
Hanitsch S, Wittmann M., & Romberg D Bestimmung von lokalen Geschwindigkeitsvektoren in In- farktrandzonen	8
Grüttner H & Weißmantel S Grundlegende Untersuchungen zur Erzeugung von nano- kristallinen Diamant-Schichten mittels Laserpulsabschei- dung (PLD)	12
Leisering L, Weinholz S, Schellenberg I & Cordes C Identifizierung von Mikroorganismen in Ziegenkäse mit MALDI-TOF-MS	17
Weinholz S, Wassermann M, & Cordes C Testentwicklung zur Lebensfähigkeit granulierter Starter- kulturen	19
Thiericke & Surek Entwicklung von Axialturbinen für die Flussenergienut- zung	21

Editorial

Auf Wiedersehen Wernigerode, Willkommen Görlitz Wilfried Honekamp



Bereits zum 12. Mal trafen sich knapp 200 junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zur Nachwuchswissenschaftlerkonferenz, die diesmal am 14. April 2011 an der Hochschule Harz in Wernigerode stattfand. Die Teilnehmer kamen aus 17 Hochschulen für angewandte Wissenschaften in Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Insgesamt 86 Beiträge wurden in Vorträgen

und Posterpräsentationen vorgestellt: «Die Bandbreite der Forschungsthemen unterstrich eindrücklich die Leistungsfähigkeit der Hochschulen für angewandte Wissenschaften in der angewandten Forschung» schreibt Prorektor Prof. Dr. Frieder Stolzenburg, Leiter der Konferenz, der mit dem Ergebnis und der sehr großen Resonanz auf die Konferenz vollends zufrieden war (Stolzenburg, 2011).

Die Kultusministerin des Landes Sachsen-Anhalt, Prof. Dr. Birgitta Wolff ließ es sich nicht nehmen, die Konferenz persönlich zu eröffnen: «Von wissenschaftlicher Kreativität können wir auf allen Gebieten nur profitieren und so freue ich mich, dass die Generierung und Verbreitung von Wissen ebenso im Mittelpunkt der Tagung steht wie die wissenschaftliche Weiterqualifikation» (Stolzenburg, 2011). Die 13. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz wird 2012 an der Hochschule Zittau/Görlitz in Sachsen stattfinden (Honekamp, 2011)

In dieser Sonderausgabe der Zeitschrift für Nachwuchswissenschaftler werden – basierend auf einer Publikumswahl – die prämierten besten Beiträge der Konferenz veröffentlicht. Dabei befasst sich der erste Artikel aus dem Bereich der angewandten Naturwissenschaften mit der Charakterisierung von Algen. Aus den Lebenswissenschaften kommt der zweite Beitrag über die Bestimmung von lokalen Geschwindigkeitsvektoren in Infarktrandzonen.

Die nachfolgenden Artikel zur Erzeugung von nanokristallinen Diamantschichten mittels Laserpulsabscheidung, zur Identifizierung von Mikroorganismen in Ziegenkäse und zur Testentwicklung für die Lebensfähigkeit granulierter Starterkulturen stammen wie der erste aus den angewandten Naturwissenschaften. Aus den Ingenieurwissenschaften kommt der abschließende Beitrag zur Entwicklung von Axialturbinen für die Flussenergienutzung. Die Beiträge wurden im Vorfeld der Konferenz begutachtet, sind aber nicht als «peer-reviewed» einzustufen.

IN EIGENER SACHE

Die Zeitschrift für Nachwuchswissenschaftler erstrahlt ab dieser Ausgabe in neuem Glanz. Zu verdanken haben wir dies unserem neuen Layouter und Setzer David Labonte, den wir herzlich im Team begrüßen und dem wir schon jetzt für sein Engagement und seine neuen Ideen danken. Für unser Team suchen wir weiterhin einen Webdesigner, englischsprachige Lektoren sowie Redakteure für die noch nicht abgedeckten Fachgebiete.

Wilfried Honekamp

Herausgeber der Zeitschrift für Nachwuchswissenschaftler

REFERENZEN

- Honekamp W (2011): 13. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz. nwk13.de (08.07.2011).
- Stolzenburg F (2011): Die besten Nachwuchswissenschaftler Mitteldeutschlands zu Gast an der Hochschule Harz. Pressemitteilung der Hochschule Harz. webcitation.org/601IygOtZ (08.07.2011).

Zu zitieren als: **Honekamp W (2011).:** Auf Wiedersehen Wernigerode, Willkommen Görlitz. Zeitschrift für Nachwuchswissenschaftler 2011/3(2): S. 4

Please cite as: **Honekamp W (2011).:** Goodbye Wernigerode, welcome Görlitz. German Journal for Young Researchers 2011/3(2): p. 4

URL: http://www.nachwuchswissenschaftler.org/2011/2/16/ URN: urn:nbn:de:0253-2011-2-16 ANGEWANDTE NATURWISSENSCHAFTEN

CHARAKTERISIERUNG VON ALGEN AUS DER "ALTEN ELBE" BEI MAGDEBURG MITTELS MALDI-TOF-MS UND SEQUENZIERUNG

Characterization of algae from a backwater of the river Elbe ("Alten Elbe") using MALDI-TOF-MS and sequencing

Jessica Zwanzig^{*1}, Christiana Cordes¹ & Bernd Feuerstein²

¹Hochschule Anhalt, Strenzfelder Allee 28, 06406 Bernburg ² Hochschule Magdeburg-Stendal, Osterburger Straße 25, 39576 Stendal

Eingegangen am 11.01.2011; Überarbeitet eingereicht am 26.04.2011; nicht peer-reviewed

Korrektorat: Nicoletta Wojtera

Zusammenfassung

Die "Alte Elbe" bei Magdeburg ist ein Altwasser, das durch die Abtrennung und Isolierung von der Stromelbe entstanden ist und einem natürlichen Alterungsprozess unterliegt. Mehrere biotische und abiotische Faktoren bestimmen dabei das jeweilige Erscheinungsbild der Planktonbizönose, wobei erhebliche jahreszeitliche Schwankungen um das Jahresmittel von etwa 3 mm³ L⁻¹ Phytoplankton-Gesamtbiovolumen auftreten. Nach Lüderitz et al. (2009) waren im Jahr 2006 im Phytoplankton vor allem Cyanophyceae mit den Arten *Limothrix redecki, Microcystis flosaquae* und *Planktothrix agardhi*, gefolgt mit deutlichem Abstand von Chryptophyceae, Chrysophyceae und Dinophyta die dominierenden Klassen.

MALDI-TOF-MS (*Matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry*) ist schon seit vielen Jahren eine vielseitig verwendete Methode. Diese Technik erlaubt eine sehr schnelle Analyse verschiedenster Biomoleküle, z.B. Proteine, Nukleinsäuren und Kohlenhydrate (Bonk & Humeny, 2001).

Ziel dieses Projektes ist es, eine Datenbank mit massenspektrometrischen Daten (sog. *Peptid Mass Fingerprints*) für aus der "Alte Elbe" stammende Algen aufzubauen. Damit soll die Möglichkeit einer sehr schnellen Identifizierung dieser Algen eröffnet werden. Als Identifizierungsmethodik soll die MALDI-TOF-Massenspektrometrie (MALDI-TOF-MS) etabliert werden. Für den Aufbau einer entsprechenden Datenbank müssen parallel die mittels MALDI-TOF-MS für jede Spezies ermittelten "Fingerprints" durch molekularbiologische Untersuchungen verifiziert werden. Dies erfolgt durch Kombination von PCR (*Polymerase chain reaction*) und Sequenzierungsanalyse.

Mit Hilfe eines universellen Primerpaares konnte ein Teil der 18S rDNA der untersuchten Algen amplifiziert und sequenziert werden. Nach Vergleich der erhaltenen Sequenzen mit den hinterlegten Sequenzen in der BLAST-Datenbank wurden die Algen eindeutig identifiziert. Die Erstellung von Massenspektren der vorliegenden Algenproben mittels MALDI-TOF-MS ist möglich. Zurzeit werden weiterhin Spektren verschiedener Algenproben gesammelt, um bei genügender Anzahl Referenzspektren in der Datenbank zu hinterlegen. Somit wird eine schnelle und einfache Bestimmung unbekannter Algen möglich.

Schlüsselwörter: MALDI-TOF | Identifizierung von Algen | Sequenzierung

Abstract

The river ",Alte Elbe" at Magdeburg is characterized as a backwater which was formed by separation and isolation from the river Elbe. It underlies a natural aging process. Different biotic and abiotic factors determine the appearance of the plankton community. High seasonally variabilities occure about the annual average of 3 mm³ L⁻¹ phyto-plankton complete bio volume. In 2006 there were mainly found Cyanophyceae (*Limothrix redecki, Microcystis flosaquae* and *Planktothrix agardhi*) and several species of Chryptophyceae, Chrysophyceae and Dinophyta (Lüderitz et al., 2009).

MALDI-TOF-MS (*matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry*) is an already multifunctional used method. This technology allows a very fast analysis of different biomolecules, e.g. proteins, nucleic acids and carbohydrates (Bonk & Humeny, 2001). Aim of this project is the development of a database with so called peptid mass fingerprints of algae which were isolated from the "Alte Elbe". Therewith a fast identification of algae will be possible. The method MALDI-TOF-MS shall be established for identification. For developing the appropriate database the determined fingerprints have to be verified by molecular biology methods, a combination of PCR (Polymerase chain reaction) and sequencing analysis is used.

A fragment of the 18S rDNA of the algae could be amplified and sequenced by a universal primer pair. The identification of the algae were definitely shown after an alignment of the determined sequences with sequences of the BLAST database. The creation of mass spectra of the algae using MALDI-TOF-MS is possible. Currently mass spectra of different algae were collected to deposit reference spectra into the database. Therefore a fast and easy determination of unknown algae will be possible.

*s.weinholz@loel.hs-anhalt.de; 0049/3471/355/1198

keywords: *MALDI-TOF–MS* | *Identification of algae* | *sequencing*

Die "Alte Elbe" bei Magdeburg ist ein Altwasser, das durch die Abtrennung und Isolierung von der Stromelbe entstanden ist und einem natürlichen Alterungsprozess unterliegt. Mehrere biotische und abiotische Faktoren bestimmen dabei das jeweilige Erscheinungsbild der Planktonbizönose, wobei erhebliche jahreszeitliche Schwankungen um das Jahresmittel von etwa 3 mm³ L⁻¹ Phytoplankton-Gesamtbiovolumen auftreten. Nach Lüderitz et al. (2009) waren im Jahr 2006 im Phytoplankton vor allem Cyanophyceae mit den Arten *Limothrix redecki, Microcystis flosaquae* und *Planktothrix agardhi*, gefolgt mit deutlichem Abstand von Chryptophyceae, Chrysophyceae und Dinophyta die dominierenden Klassen.

MALDI-TOF-MS (*Matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry*) ist schon seit vielen Jahren eine vielseitig verwendete Methode. Diese Technik erlaubt eine sehr schnelle Analyse verschiedenster Biomoleküle, z.B. Proteine, Nukleinsäuren und Kohlenhydrate (Bonk & Humeny, 2001).

Ziel dieses Projektes ist es, eine Datenbank mit massenspektrometrischen Daten (sog. *Peptid Mass Fingerprints*) für aus der "Alte Elbe" stammende Algen aufzubauen. Damit soll die Möglichkeit einer sehr schnellen Identifizierung dieser Algen eröffnet werden. Als Identifizierungsmethodik soll die MALDI-TOF-Massenspektrometrie (MALDI-TOF-MS) etabliert werden. Für den Aufbau einer entsprechenden Datenbank müssen parallel die mittels MALDI-TOF-MS für jede Spezies ermittelten "Fingerprints" durch molekularbiologische Untersuchungen verifiziert werden. Dies erfolgt durch Kombination von PCR (*Polymerase chain reaction*) und Sequenzierungsanalyse.

METHODEN UND ERGEBNISSE

Die verwendeten Algen wurden von Bernd Feuerstein (Hochschule Magdeburg-Stendal) zur Verfügung gestellt, in einem speziellen Algenmedium (*Bold's Basal*) sowohl in Flüssig- als auch auf Festkultur (Zugabe von 2 % Agar-Agar) angezogen und unter definierten Temperatur- und Lichtbedingungen kultiviert.

Zur Optimierung der DNA-Extraktion aus Algen wurden verschiedene Aufschlussmethoden hinsichtlich ihrer Eignung, Zeitbedarf und Qualität der resultierenden DNA untersucht. Dabei erwies sich die Behandlung mit Glasperlen als erfolgreich. Die isolierte DNA diente dann als Template für die PCR, bei der ein universelles Primerpaar zur Amplifikation eines Teiles der 18S rDNA genutzt wurde (Diez et al., 2001). Anschließend konnten die generierten PCR-Fragmente sequenziert (CEQ 8000, Beckman Coulter, Krefeld) und mit Hilfe der BLAST-Datenbank (Basic Local Alignment Search Tool) identifiziert werden.

Die MALDI-TOF-Analysen wurden mit dem Voyager DE Pro (Applied Biosystems, Forster, USA) durchgeführt. Mit einem sterilen Zahnstocher wurde etwas Algenprobe von der Agar-Platte entnommen, auf das MALDI-Target übertragen und für die Co-Kristallisation mit 0,3 µL DHB-Matrix (2,5-Dihydroxy-Benzoesäure) überschichtet (siehe Abb. 1).

Der Probenteller wird in das Voyager DE PRO System überführt und mit Laserenergie beschossen, wobei die Matrix explosionsartig verdampft. Die Analytmoleküle werden in die Gasphase überführt, bei einer Spannung



(a)



Abb. 1: (a) Probenentnahme von der Agar-Platte und (b) Übertragung auf das MALDI-Target.

von 20 kV beschleunigt und im Massenanalysator entsprechend ihres Masse/Ladungsverhältnisses getrennt. Dabei wird die Flugzeit ermittelt, die ein Ion benötigt, um eine definierte Driftstrecke zu durchfliegen. Molekül-Ionen mit kleinerem Masse/Ladungsverhältnis durchfliegen den TOF-Analysator schneller als Moleküle mit größerem Masse/Ladungsverhältnis (Hortin, 2006).

Am Detektor werden die ankommenden Ionen in elektrische Signale umgewandelt und in Form von Massenspektren dargestellt. Unmittelbar werden die erstellten Spektren in der Analysensoftware Data Explorer 4.0 (Applied Biosystems, Forster, USA) mittels Basislinienkorrektur und Peakglättung bearbeitet sowie die Peaks beschriftet (siehe Abb. 2). Die Auswertung der Massenspektren erfolgt anschließend mit Hilfe des Softwareprogrammes SARAMIS¹.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Mit Hilfe des universellen Primerpaares wurde ein Teil der 18S rDNA der untersuchten Organismen amplifiziert und sequenziert. Nach Vergleich der erhaltenen Sequenzen mit den hinterlegten Sequenzen in der BLAST-Datenbank konnten die Algen eindeutig identifiziert werden.

Die Erstellung von Massenspektren der vorliegenden Algenproben mittels MALDI-TOF-MS ist möglich. Zurzeit werden weiterhin Spektren verschiedener Algenproben gesammelt, um bei genügender Anzahl Referenzspektren in der Datenbank zu hinterlegen. Somit wird eine schnelle und einfache Bestimmung unbekannter Algen möglich.

REFERENZEN

- Bonk T & Humeny A (2001): MALDI-TOF-MS analysis of protein and DNA. The Neuroscientist 7(1): 6–12.
- Diez B, Pedros-Alio C, Marsh T & Massana R (2001): Application of denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) to study the diversity of marine picoeukaryotic assemblages and comparison of DGGE with other molecular techniques. Appl Environ Microbiol 67(7): 2942–2951.
- Hortin G (2006): The MALDI-TOF mass spectrometric view of the plasma proteome and peptidome. Clin Chem 52(7): 1223–1237.
- Lüderitz V, Langheinrich U & Kunz C (2009): Flussaltwässer. Vieweg + Teubner Verlag GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden.

Zu zitieren als: **Zwanzig J, Cordes C & Feuerstein B (2011):** Charakterisierung von Algen aus der "Alten Elbe" bei Magdeburg mittels MALDI-TOF-MS und Sequenzierung. *Zeitschrift für Nachwuchswissenschaftler* 2011/3(2): S. 5–7

Please cite as: **Zwanzig J, Cordes C & Feuerstein B (2011)** Characterization of algae from a backwater of the river Elbe ("Alten Elbe") using MALDI-TOF-MS and sequencing. *German Journal for Young Researchers* 2011/3(2): pp. 5–7

¹ www.biomerieux.de/servlet/srt/bio/germany/home.Archiviert durch WebCite®[®]: www.webcitation.org/5yEBsOF7m; Zugriff 04.03.2011

URL: http://www.nachwuchswissenschaftler.org/2011/2/20/ URN: urn:nbn:de:0253-2011-2-20

LEBENSWISSENSCHAFTEN

BESTIMMUNG VON LOKALEN GESCHWINDIGKEITSVEKTOREN IN INFARKTRANDZONEN

Determination of the Local Conduction Velocity in the Infarct Border Zone

Stefan Hanitsch*, Martin Wittmann & Dietrich Romberg

Hochschule Anhalt, (FH), Bernburger Str. 57, 06366 Köthen

Eingegangen am 11.01.2011; Überarbeitet eingereicht am 28.05.2011; nicht peer-reviewed

Korrektorat: Holger Lange

Zusammenfassung

Lokale Aktivierungszeiten werden zur Analyse der Erregungsleitung und zur Aufklärung der Mechanismen von Arrhythmien eingesetzt. Während sich in Ableitungen vom ungeschädigten Myokard eindeutige zeitliche Referenzpunkte ergeben, besitzen Elektrogramme von Infarktrandgebieten multiphasische Potentiale, die durch unterschiedlich entfernte Depolarisationsfronten entstehen und eine Identifizierung von lokalen Aktivierungszeiten verhindern. In dieser Studie wurde die Eignung zweidimensionaler Hochpass-Filterung (2D-Laplace) für die Unterscheidung zwischen lokalen und entfernten Depolarisationsfronten getestet. Die resultierenden Aktivierungszeiten wurden für Erstellung von Isochronen-Maps und die Berechnung lokaler Geschwindigkeitsvektoren verwendet. Die Ergebnisse zeigten eine nicht-uniforme Zunahme der Leitungsstörungen in Infarktrandzonen, welche durch vorübergehende Ischämie entstanden sind.

Schlüsselwörter: Infarkt | Ischämie | Erregungsleitung | Signalverarbeitung | Laplace-Filter

Abstract

Motivation: Local activation times are commonly used to identify the mechanisms of arrhythmias and to localize conduction disorders. Since electrograms from infarct regions have multiple deflections due to the influences of distant wavefronts, no predominant peaks are exhibited by these potentials. In this study the feasibility of two-dimensional highpass filtering (2D-Laplacian) for the separation of local and distant depolarisation fronts was tested. Resulting local activation times were used for the generating of activation maps and the estimation of local conduction velocities. The results revealed a non-uniform augmentation of the conduction abnormalities in the infarct border zone by transient ischemia.

keywords: *infarct border zone* | *abnormal conduction* | *activation times* | 2D *filtering* | *spatial Laplacian*

Ventrikuläre Arrhythmien gehören zu den häufigsten Todesursachen in den modernen Industrienationen. Allein in Deutschland sterben jährlich zwischen 100.000 und 200.000 Menschen an Herzrhythmusstörungen (OECD-Publishing,

*stefan.hanitsch@student.emw.hs-anhalt.de

2009). Besonders bedroht sind Patienten nach einem überlebten Herzinfarkt. Verursacht werden diese lebensbedrohlichen Arrhythmien durch eine verzögerte Erregungsleitung in der Infarktrandzone, d.h. im Übergangsbereich von vitalem zu nekrotischem Gewebe. Adäquate Therapieansätze erfordern die Identifikation und Lokalisierung der verzögerten Erregungsleitung auf Basis von lokalen Aktivierungszeiten. Im vitalen Myokard wird als Bezugspunkt für die Definition der lokalen Aktivierungszeit das Minimum der ersten Ableitung des lokalen Potentials verwendet (Henkel et al., 2006). Dieses Verfahren ist nicht bei multiphasischen Potentialen, die z.B. in Infarktrandzonen entstehen, einsetzbar (Punske et al., 2003). Der multiphasische Verlauf dieser Potentiale wird auf entkoppelte Depolarisationen in der Umgebung der Ableitelektroden zurückgeführt (Ursell et al., 1985). In der Bildverarbeitung haben sich 2D-Hochpass-Filter zur Verstärkung lokaler Signale bewährt. Nachfolgend werden die Ergebnisse einer Studie zum Einsatz eines 2D-Hochpass-Filters zweiter Ordnung (Laplace-Filter) für die Bestimmung der Aktivierungszeit vorgestellt. Auf der Grundlage dieser Aktivierungszeiten werden lokale Geschwindigkeitsvektoren bestimmt, die eine Identifikation von Erregungsleitungsstörungen, ausgelöst durch transiente Ischämien, ermöglichen.

METHODIK

Experimentelle Daten

Zur Auswertung wurden Datensätze genutzt, die in einer experimentellen *In-vitro*-Studie unter Verwendung des HARRIS-Infarktmodelles entstanden sind. Eine transiente Ischämie wurde durch die folgenden Bedingungen simuliert (Bayly et al., 1998): $pO_2 <35 \text{ mmHg}$, pH = 6,85, 8 mM KCl. Die mit einer 14×8 Elektroden-Matrix erfassten Potentiale (Abtastung mit 1 kHz u. 12 bit) lassen sich entsprechend von histologischen Untersuchungen (Hämatoxylin-Eosin-Färbung) der Infarktrandzone zuordnen.

Algorithmen

Zur Analyse der Erregungsleitung wurden die lokalen Aktivierungszeitenund die lokalen Geschwindigkeitsvektoren für alle Ableitungen einer 14×8 Elektroden-Matrix bestimmt. Erforderliche Algorithmen wurden in der Programmierumgebung MATLAB[©] (The MathWorks, Ver. 2007) entwickelt.

Lokale Aktivierungszeiten

Für die Bestimmung der lokalen Aktivierungszeiten wurden von den erfassten Potentialen U(t) folgende Parameter ermittelt:

- zeitliche Ableitung: $\frac{dU}{dt}$
- zweite räumliche Ableitung: $\nabla^2 U(t)$ (Laplace-Filter)
- zeitliche Ableitung des Laplace-gefilterten Potentials: $\frac{d(\nabla^2 u)}{dt^2}$
- Summenpotential aus den vier unmittelbar benachbarten Ableitungen: $\sum 4N(t)$

Isochronen-Maps

Durch die Verbindung von Ableitungspunkten mit gleicher Aktivierungszeit wurde unter Anwendung eines bilinearen Interpolationsverfahrens (MATLAB[©]-Funktion interpol eine 2D-Darstellung der Erregungsausbreitung erzeugt.

Geschwindigkeitsvektoren

Aus den Aktivierungszeiten T(x, y) für jeden Punkt mit den Koordinaten x und y lassen sich die lokalen Geschwindigkeitsvektoren V(x, y) bestimmen. Für die Differenz dT der Aktivierungszeiten zwischen zwei Punkten mit den Abständen dx und dy gilt unter Berücksichtigung der nicht-uniformen Erregungsausbreitung im Myokard (Ursell et al., 1985):

$$d\mathsf{T} = dx\frac{\partial\mathsf{T}}{\partial x} + dy\frac{\partial\mathsf{T}}{\partial y} \tag{I}$$

Die Komponenten des Geschwindigkeitsvektors V(x, y) ergeben sich mit Gl. I als

$$V_{x} = \frac{dx}{dT} = \frac{\partial x}{\partial T} + \frac{\partial x}{\partial y}\frac{dy}{dT}$$
(II)

bzw.

$$V_{y} = \frac{dy}{dT} = \frac{\partial y}{\partial T} + \frac{\partial y}{\partial x}\frac{dx}{dT}$$
(III)

Mit $T_x = \frac{\partial T}{\partial x}$ und $T_y = \frac{\partial T}{\partial y}$ lassen sich die Gleichungen II und III vereinfachen:

$$V_x = \frac{T_x}{T_x^2 + T_y^2}$$
(IV)

und

$$V_y = \frac{T_y}{T_x^2 + T_y^2} \tag{V}$$

Aus V_x und V_y wurden Betrag und Richtung der lokalen Geschwindigkeitsvektoren bestimmt und in Isochronenmaps dargestellt (Abb. 1).









Abb. 1: Isochronen-Maps mit Aktivierungszeiten (Grauwert-codiert in ms) und lokalen Geschwindigkeitsvektoren zur Darstellung der Erregungsleitung in der Infarktrandzone vor und nach Ischämie. Die dargestellten Pfeile zeigen eine relative Geschwindigkeit an. Der Stimulationspunkt ist mit X gekennzeichnet

ERGEBNISSE

Lokale Aktivierungszeiten

Entsprechend der Morphologie der erfassten Potentiale lassen sich grundsätzlich zwei unterschiedliche Formen unterscheiden:

(i) mono-/biphasische Potentiale

(ii) multiphasische Potentiale (Abb. 2)

Mono-/biphasische Potentiale

In Abhängigkeit von der zellulären Architektur der untersuchten Infarkt-randzonen zeigen eine Vielzahl der abgeleiteten Potentiale einen mono-/biphasischen Verlauf. Wie auch bei Potentialen, die sich von vitalem Myokard ableiten lassen, ergibt sich der Bezugspunkt für die Bestimmung der Aktivierungszeit als max($-\frac{dV}{dt2}$) (Abb. 2).

Zeitschrift für Nachwuchswissenschaftler - German Journal for Young Researchers 2011/3(2)



Abb. 2: Darstellung der Infarktrandzone (Hämatoxylin-Eosin-Färbung) sowie Vergleich zwischen den abgeleiteten mono-/ biphasischen (links) Potentialen und multiphasischen (rechts) Potentialen und den zugehörigen Parametern: (i) $\sum 4N$ – Mittelwert aus den Potentialen der vier direkt umgebenden Ableitungen; (ii) U(t) Potential des Bezugspunktes; (iii) Ú(t) zeitliche Ableitung von U(t); (iv) ∇^2 U(t)nach Anwendung eines 2D-Laplace-Filters; (v) zeitliche Ableitung von ∇^2 U(t), AZ - Aktivierungszeit

Multiphasische Potentiale

In Regionen, die eine deutliche Separation von Fasern und Faserbündeln aufweisen, lassen sich multiphasische Potentiale ableiten (Abb. 2). Durch einen Vergleich zwischen dem Bezugspotential und dem Mittelwert aus den umgebenden Potentialen können die multiphasischen Anteile den entkoppelten Erregungsfronten zugeordnet werden. Eine uniforme, lokale Depolarisation ist bei diesen Potentialen nicht eindeutig identifizierbar, da ein dominierendes Maximum/Minimum in dUdt fehlt. Durch Anwendung des 2D-Laplace-Filters können lokale Potentiale verstärkt werden, so dass mit max(d($\frac{\nabla^2 u}{dt}$)) ein Bezugspunkt für die lokale Aktivierungszeit entsteht.

Isochronen-Maps

Die annähernd elliptische Form der Linien mit gleichen Aktivierungszeiten (Isochronen) beschreibt die richtungsabhängige Erregungsleitung (Abb. 1). Insbesondere in Bereichen mit multiphasischen Potentialen (Abb. 2) ist eine nicht-uniforme Leitungsverzögerung zu erkennen. Die Leitungsgeschwindigkeit parallel zur Ausrichtung der Faserbündel ist signifikant größer als die Geschwindigkeit senkrecht zur Zellausrichtung (Mittelwert ± Standardabweichung: $V_x = 3, 8 \pm 2, 6 \text{ cm s}^{-1}$ vs. $V_y = 4, 5 \pm 2, 3 \text{ cm s}^{-1}$). Durch die transiente Ischämie kommt es zur Verringerung der Leitungsgeschwindigkeit in beiden Richtungen ($\Delta V_x = 2, 9 \pm 2, 1 \text{ cm s}^{-1}, \Delta V_y = 3, 3 \pm 1, 9 \text{ cm s}^{-1}$).

Geschwindigkeitsvektoren

Die berechneten Geschwindigkeitsvektoren bestätigen die regionalen Unterschiede in der Erregungsleitung (Abb. 1). In Differenz-Maps (Abb. 3) sind die lokalen Veränderungen in der Erregungsleitung infolge der Ischämie zu erkennen (Vektoren ergeben sich aus den Differenzen für V_x und V_y).

DISKUSSION

Die Identifizierung und Lokalisierung von Arealen mit verzögerter Erregungsleitung verlangt eine exakte Bestimmung von lokalen Aktivierungszeiten. Bei konventionellen Verfahren wird das Minimum der ersten zeitlichen Ableitung als Bezugspunkt verwendet. Diese Methode führt bei multiphasischen Potentialen, die durch den elektrotonischen Einfluss von entkoppelten Depolarisationen entstehen, zu keinem eindeutig identifizierbaren Zeitpunkt, dem eine lokale Aktivierung zugeordnet werden kann. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass durch Einsatz eines 2D-Hochpass-Filters auch aus diesen multiphasischen Potentialen lokale Depolarisationen extrahiert werden können.

Im Unterschied zu Hochpass-Filtern 1. Ordnung besteht für den Laplace-Filter ein unmittelbarer biophysikalischer Bezug zur lokalen Aktivierung: Das Laplace-gefilterte Potential reflektiert den lokalen Depolarisationsstrom (Berbari et al., 1994). Dieser Zusammenhang ermöglicht eine eindeutige Interpretation des verwendeten Parameters $max(d(\frac{\nabla^2 u}{dt}))$.

Differenz-Map

`	•	1	1	-	•			-	,	1	,
t	t	١	`	-	•	•			1	1	t
t	t	t	١	•	•	•	•			,	,
,	•	•	•	•	•	•	Х	•	•	•	۲
1	1	'	,	•	•	•	•	۲	`	١	١,
1	1	•	-	•	•	·	•	•	-	~	~



Auf der Basis der lokalen Aktivierungszeiten wurden Isochronen-Maps erstellt und die lokalen Geschwindigkeitsvektoren bestimmt. Diese Informationen ermöglichen eine Lokalisierung und Charakterisierung von Erregungsleitungsstörungen in der Infarktrandzone. Die nicht-uniform verzögerte Erregungsleitung wird an dem veränderten Isochronenabstand erkennbar, ein Vergleich der lokalen Vektoren belegt die regional unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Eine transiente Ischämie führt zu einer weiteren Beeinträchtigung der Erregungsleitung in der Infarktrandzone. Die lokalen Unterschiede, dargestellt durch das Differenz-Map (Abb. 3), lassen sich mit den inhomogen ausgeprägten Funktionsstörungen (z.B. Metabolismus, Ca²⁺-Handling) in der Infarktrandzone erklären (Witkowski et al., 1993).

Patienten nach einem Herzinfarkt sind vom plötzlichen Herztod bedroht (Baba et al., 2005). Da insbesondere akute Ischämien zur Entstehung lebensbedrohlicher Tachyarrhythmien bei diesen Patienten beitragen, wird von der Identifikation und Lokalisation kritischer Areale der Infarktrandzone eine Verbesserung der Effizienz lokaler Therapieverfahren, wie der Katheter-Ablation oder der Subthreshold-Stimulation, erwartet.

REFERENZEN

- Baba S, Dun W, Cabo C & Boyden P (2005): Remodeling in cells from different regions of the reentrant circuit during ventricular tachycardia. Circulation 112(16): 2386–2396.
- Bauer W & Ertl G (2002): Rhythmusstörungen während der Remodelingphase nach Herzinfarkt. Herz 27(8): 740–749.
- Bayly P, KenKnight B, Rogers J, Hillsley R, Ideker R & Smith W (1998): Estimation of conduction velocity vector fields from epicardial mapping data. IEEE T Bio-med Eng 45(5): 563–571.
- Berbari E, Lander P, Geselowitz D, Scherlag B & Lazzara R (1994): Identifying the End of Ventricular Activation. J Cardiovasc Electr 5(1): 28–40.
- Henkel D, Witt B, Gersh B, Jacobsen S, Weston S, Meverden R & Roger V (2006): Ventricular arrhythmias after acute myocardial infarction: a 20-year community study. Am Heart J 151(4): 806–812.
- **OECD-Publishing**, Hg. (**2009**): Health at a Glance 2009 : OECD Indicators. OECD Publishing, Paris, France, 1 Aufl.
- Punske B, Ni Q, Lux R, MacLeod R, Ershler P, Dustman T, Allison M & Taccardi B (2003): Spatial methods of epicardial activation time determination in normal hearts. Ann Biomed Eng 31(7): 781–792.
- Ursell P, Gardner P, Albala A, Fenoglio Jr J & Wit A (1985): Structural and electrophysiological changes in the epicardial border zone of canine myocardial infarcts during infarct healing. Circ Res 56(3): 436–452.
- Witkowski F, Kavanagh K, Penkoske P & Plonsey R (1993): In vivo estimation of cardiac transmembrane current. Circ Res 72(2): 424–439.

Zu zitieren als: Hanitsch S, Wittmann M & Romberg D (2011): Bestimmung von lokalen Geschwindigkeitsvektoren in Infarktrandzone. *Zeitschrift für Nachwuchswissenschaftler* 2011/3(2): S. 8–11

Please cite as: Hanitsch S, Wittmann M & Romberg D (2011): Determination of the Local Conduction Velocity in the Infarct Border Zone. *German Journal for Young Researchers* 2011/3(2): pp. 8–11

URL: http://www.nachwuchswissenschaftler.org/2011/2/37/ URN: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0253-2011-2-37 LEBENSWISSENSCHAFTEN

GRUNDLEGENDE UNTERSUCHUNGEN ZUR ERZEUGUNG VON NANO-KRISTALLINEN DIAMANT-SCHICHTEN MITTELS LASERPULSABSCHEIDUNG (PLD)

Fundamental studies on the deposition of nanocrystalline diamond (n-D) films by means of Pulsed Laser Deposition

Hagen Grüttner* & Steffen Weißmantel

Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, 09648 Mittweida

Eingegangen am 09.03.2010 ; Überarbeitet eingereicht am 12.05.2010 ; nicht peer-reviewed

Korrektorat: Nikola Wiegeler

Zusammenfassung

Es werden grundlegende Untersuchungen zur Erzeugung von nanokristallinen Diamantschichten mittels PLD (*Pulsed Laser Deposition*) vorgestellt. Die Schichtabscheidung erfolgte auf Silizium (111)-Substraten, durch Laserpulsablation eines Graphittargets mit einem KrF-Excimerlaser. Die Substrate wurden mit einer Diamantsuspension und/ oder mittels Ionenbeschuss vorbehandelt. Folgende Prozessparameter wurden variiert: Laserfluenz zwischen 10 J cm⁻² und 15 J cm⁻², Substrattemperatur zwischen 360 ° C und 660 ° C und Wasserstoffdruck zwischen 3 mbar und 7 mbar. Der Einfluss der Abscheideparameter auf das Wachstum der nanokristallinen Diamant (n-D)-Schichten, wurde mittels Raman-Spektroskopie (Anregungswellenlänge 532 nm) und Rasterelektronenmikroskopie ermittelt. Die jeweiligen Schichtdicken wurden mittels Oberflächenprofilometrie bestimmt. Bei geeigneter Wahl der Prozessparameter konnten nanokristalline Diamantanteile in den Schichten nachgewiesen werden.

Schlüsselwörter: *Nanokristalliner Diamant* | *PLD* | *PVD* | *Dünnschicht* | *Kohlenstoff*

Abstract

Nanocrystalline diamond films were prepared by PLD method and suitable process parameters were found. Favorable process parameters are a hydrogen background gas pressure of 5 mbar, a laser pulse fluence between 10 J cm^{-2} and 15 J cm^{-2} at a target – substrate distance of 40 mm and a substrate temperature of $460 \,^{\circ}$ C. A pretreatment of the substrates with diamond suspension is not absolutely necessary for n-D growth, but it has a positive effect on the coating result since a higher nucleation density is caused.

keywords: nanocrystalline diamond | PLD | PVD | thin filmes | carbon

Untersuchungen zur Herstellung von nanokristallinen Diamantschichten (n-D-Schichten) wurden in den letzten Jahren von einigen Forschungsgruppen durchgeführt. Als

*hgruettn@htwm.de; 0049/3727/58/13953

Abscheideverfahren kam dabei bisher vorwiegend das konventionelle MW CVD-Verfahren zum Einsatz. Um mittels MW CVD n-D-Schichten auf nicht diamantähnlichen Substraten erzeugen zu können, müssen die Substrate zunächst aufwändig vorbehandelt werden. Die Vorbehandlung erfolgt durch Aufbringen einer Suspension aus Diamantpulver mittels Ultraschall (Popov et al., 2007). Während der anschließenden Schichtabscheidung sind bei diesem Verfahren hohe Substrattemperaturen von 750 ° C bis 1000 ° C notwendig (Stiegler et al., 1999). Es können Abscheideraten bis 5,77 µm h⁻¹ (Woehrl & Buck, 2007) und Korngrößen von ca. 5 nm (Popov et al., 2007) erreicht werden. Die Schichten besitzen nicht nur nanokristalline Diamant-, sondern auch amorphe Kohlenstoffanteile, und ihre Oberflächen sind relativ rau. Über die Erzeugung nanokristalliner Diamantschichten mittels Laserpulsabscheidung berichteten erstmals Hara et al. (2004, 2006). Im Gegensatz zum MW CVD-Verfahren bietet das PLD-Verfahren einige Vorteile. Beispielsweise zeigen Hara et al. (2004, 2006), dass bei diesem Verfahren die Vorbehandlung mit einer Diamantsuspension nicht notwendig ist. Außerdem beträgt die Substrattemperatur während der Abscheidung maximal 550°C. Die Abscheideraten beider Verfahren sind annähernd gleich, jedoch ist der nanokristalline Diamantanteil beim PLD-Verfahren wesentlich größer. Weiterhin besitzen die Schichten, welche mittels PLD-Verfahren abgeschieden werden, wesentlich geringere Rauigkeiten (Hara et al., 2004).

EXPERIMENTELLER AUFBAU UND VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Die Schichten mit Dicken im Bereich von 100 nm bis 2 µm wurden auf Silizium (111)-Substrate (N1-poliert) abgeschieden. Die Substrate wurden mittels Ionenbeschuss oder mittels Diamantsuspension (Korngröße 50 nm) vorbehandelt. Die Beschichtung wurde bei Substrattemperaturen zwischen 360 ° C und 660 ° C durchgeführt. Die Ablation des Graphittargets erfolgte unter Verwendung eines KrF-Excimer-Lasers (λ =

248 nm, FWHM = 20 ns, Q_{Pmax} = 600) bei einer Pulswiederholfrequenz von 50 Hz. Der Laserstrahl wurde in einem Winkel von 45° auf das Target gerichtet und mit Hilfe beweglicher Optiken mäanderförmig über dieses bewegt. Die Fokusfläche auf dem Target betrug ca. 2,5 mm². Die Laserfluenz wurde zwischen 10 J cm⁻² und 15 J cm⁻² variiert. Der Abstand zwischen Target und Substrat betrug 40 mm. Die Abscheidung erfolgte unter Wasserstoffatmosphäre. Dabei wurden Wasserstoffgasdrücke zwischen 3 mbar und 7 mbar eingestellt. Der Wasserstoffdruck wurde bei kontinuierlich in den Rezipienten einströmendem Wasserstoff (ca. 5 sccm) durch Justage eines Ventils zwischen Rezipient und Vakuumpumpe eingestellt und konstant gehalten. Der Basisdruck im Rezipienten lag stets unter 3·10⁻⁶ mbar.

ERGEBNISSE

Ermittlung des geeigneten Wasserstoffdruckes

Die Rolle des Wasserstoffs während der Abscheidung: Die vom Target ablatierten, hochenergetischen Kohlenstoffatome kollidieren zunächst mit dem molekular vorliegenden Wasserstoff. Dieser dissoziiert dadurch zu atomarem Wasserstoff. Dieser ist dafür bekannt, dass er während der Schichtabscheidung einen signifikanten Einfluss auf das Beschichtungsergebnis hat. Er beeinflusst die Schichtmorphologie und ist in der Lage, sp²-Bindungsanteile des Kohlenstoffs während der Schichterzeugung zu ätzen. Bei geeignetem Verhältnis zwischen Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen wird vorrangig nanokristalliner bzw. ultrananokristalliner Diamant gebildet (Hara et al., 2006). Zur Ermittlung des geeigneten Wasserstoffdrucks wurde dieser zwischen 7 mbar und 3 mbar variiert. Die Laserpulsfluenz betrug stets 12 J cm⁻² und die Substrattemperatur 460°C. Die Vorbehandlung der Substrate erfolgte mittels Ionenbeschuss. Die aufgenommenen Raman-Spektren der erzeugten Schichten (Abb. 1a) zeigen die für nanokristallinen Diamant typischen D- und G-Band-Peaks von ungeordnetem, feinkristallinen sp²-Kohlenstoff.

Dieser bildet die Matrix, in welche die n-D-Kristalle eingebettet sind, bzw. neben trans-Polyacetylenen (t-PA) die Korngrenzen der n-D-Kristalle bilden. Die geringe Ausprägung bzw. Abwesenheit des diamanttypischen Peaks bei 1333 cm⁻¹ rührt daher, dass die Raman-Effizienz für sp²gebundenem Kohlenstoff um ein bis zwei Größenordnungen höher ist, als für die sp³-Bindungsanteile [6]. Somit wird der Diamantpeak durch den D-Band-Peak des amorphen Kohlenstoffs überdeckt. Die n-D-Raman-Spektren werden also durch die Korngrenzen dominiert. Dies ist selbst bei einem sp²-Schichtanteil von weniger als 5

Die Spektren weisen G-Band- Peaks bei 1606 cm⁻¹ bis 1608 cm⁻¹ und D-Band-Peaks bei 1329 cm⁻¹ bis 1333 cm⁻¹ auf. Die Verschiebung der D-Bande von 1580 cm⁻¹ (polykristalliner Graphit-sp²) hin zu 1606 cm⁻¹ bis 1608 cm⁻¹ zeigt, dass in den erzeugten Schichten ein erhöhter Anteil sp³-gebundenen Kohlenstoffs vorliegt [7]. Weiterhin liegen die D-Band- Peaks aller Schichten sehr nahe bzw. genau an der Peakposition von kristallinem Diamant. Somit kann ausgesagt werden, dass es sich hier um Schichten mit einem nicht unwesentlichen Anteil an nanokristallinem Diamant handelt. Aufgrund der Tatsache, dass die sp²-gebundenen Kohlenstoffanteile das Spektrum dominieren, kann davon ausgegangen werden, dass das Spektrum mit den niedrigsten Peakintensitäten die geringste sp²-Konzentration aufweist. Die Peakintensitäten sind hier vergleichbar, da die erzeugten Schichten annähernd die gleiche Dicke (d = 500 nm) aufweisen. Bei einem Wasserstoffdruck von 5 mbar zeigte sich die geringste Peakausprägung. Auch das Verhältnis der Peakintensitäten I(D) zu I(G) war bei dieser Probe mit 0,85 am größten. Je höher das Verhältnis I(D) zu I(G) ist, desto höher ist laut Yad (2009) der sp³-Bindungsanteil. Da sich die entsprechenden Parameter sowohl bei höheren als auch geringeren Wasserstoffdrücken das Verhältnis I(D) zu I(G) verringert und die Peakintensitäten größer werden, ist ein Wasserstoffdruck von 5 mbar zur n-D-Schichterzeugung als günstig zu betrachten. Im Raman-Spektrum der Probe (Abb. 2a) deuten sich zwei weitere Peaks bei 1480 cm⁻¹ und 1175 cm⁻¹ (Schulter) an.

Diese Peaks sind laut Kulisch et al. (2010) typisch und treten ausschließlich bei nanokristallinem und ultrananokristallinem Diamant auf. Sie werden C-H Biege- und C-C Streckschwingungen, sowie C=C Streckschwingungen von t-PA (trans-Polyacytelen) -Strukturen zugeschrieben, welche sich in den Korngrenzen von n-D-Kristallen befinden (Klauser et al., 2010; Kulisch et al., 2010). Abbildung 2b zeigt eine REM-Aufnahme einer bei 5 mbar Wasserstoffdruck erzeugten Schicht (Raman-Spektrum siehe Abb. 2a). Zu sehen sind hier Diamant-Kristallite mit einer Ausdehnung von 200 nm (gemittelt). Ebenfalls gut zu erkennen ist die sp²-Kohlenstoffmatrix, in welche die Kristallite eingebettet sind.

Untersuchungen des Einflusses der Substrattemperatur

Für die Untersuchung des Einflusses der Substrat-temperatur auf das Beschichtungsergebnis wurde diese zwischen 360 ° C und 660 ° C variiert. Der Wasserstoffdruck wurde auf 5 mbar eingestellt und die Laserfluenz betrug stets 12 J cm⁻². Die Vorbehandlung der Substrate erfolgte mittels Ionenbeschuss. Abbildung 2c zeigt die Raman-Spektren der erzeugten Schichten. Für Graphit liegt die D-Bande bzw. deren Peak etwa bei 1360 cm⁻¹, und der Peak der G-Bande bei etwa 1560 cm⁻¹ bis 1580 cm⁻¹. Dies konnte im Raman-Spektrum der Schicht, welche bei 660 ° C abgeschieden wurde, festgestellt werden. Die entsprechenden Peaks liegen hier bei 1350 cm⁻¹ bzw. 1585 cm⁻¹. Dies bedeutet, dass die Substrattemperatur von 660°C zu einer überwiegenden Abscheidung graphitischer Schichten geführt hat und damit für die Erzeugung von n-D-Schichten mittels PLD zu hoch ist. Bei einer Substrattemperatur von 360 ° C ist das Raman-Spektrum der Schichten durch Fluoreszenzerscheinungen vollständig überdeckt. Ursache hierfür ist eine nicht identifizierte Schichtzusammensetzung.

Bei Substrattemperaturen von 460 ° C und 560 ° C zeigten sich die für n-D-Schichten typischen Raman-Spektren. Es deuten sich jeweils die für nanokristallinen Diamant typischen Peaks bei 1480 cm⁻¹ und 1175 cm⁻¹ an. Die D-Band-Peaks liegen bei 1326 cm⁻¹ (560 ° C) und 1333 cm⁻¹ (460 ° C), und die G-Band-Peaks bei 1606 cm⁻¹ (560 ° C/ 460 ° C).

Ein Einfluss der Temperatur auf das Verhältnis I(D) / I(G) und damit auf den sp³-Gehalt, sowie auf die Kristallitgröße, konnte nicht festgestellt werden. Somit scheint das n-D-Wachstum in einem relativ weiten Temperaturbereich (hier:



Abb. 1: (a) Experimenteller Aufbau. (b) Raman-Spektren der bei verschiedenen Wasserstoffdrücken erzeugten Schichten.

660 ° C > T > 360 ° C) möglich zu sein. Temperaturabhängig ergab sich ein Unterschied in der Aufwachsrate, von 15 nm min⁻¹. bei 560 ° C und 45 nm min⁻¹. bei 460 ° C. Eine Besonderheit zeigte sich bei einer Substrattemperatur von 560 ° C. Abbildung 2d zeigt eine REM-Aufnahme der erzeugten Schicht, in der zu erkennen ist, dass es während der Abscheidung zu einem Inselwachstum mikro-skaliger Diamantkristalle kam. Die Ursache hierfür wird noch untersucht.

Untersuchungen zum Einfluss der Laserfluenz

Zur Untersuchung des Einflusses verschiedener Laserpulsfluenzen auf das Schichtwachstum wurden sämtliche Beschichtungsparameter konstant gehalten und nur die Fluenz variiert. Die Abscheidung fand bei einer Substrattemperatur von 460°C statt. Der Wasserstoffdruck wurde auf 5 mbar eingestellt. Die Substrate wurden mittels Ionenstrahl vorbehandelt. Es erfolgten Beschichtungen bei H = 10 J cm^{-2} , 12 J cm⁻² und 15 J cm⁻². Die Proben zeigen sehr ähnliche Raman-Spektren. Auch das Verhältnis der Peakintensitäten bleibt annähernd konstant. Somit lässt sich ableiten, dass bei genügend hoher Laserpulsfluenz und einer daraus resultierenden genügend hohen kinetischen Energie der ablatierten Teilchen n-D-Schichten erzeugt werden können, und dass die Fluenz keinen wesentlichen Einfluss auf das Beschichtungsergebnis hat. Die Schwellfluenz, unterhalb der die ablatierten Teilchen eine zu geringe kinetische Energie für das n-D-Wachstum aufweisen, liegt somit für den verwendeten Aufbau (Abstand Target – Substrat = 4 cm) unterhalb von 10 J cm^{-2} .

Vorbehandlung des Substrates mit Diamantsuspension

Es wurde untersucht, wie sich die Vorbehandlung des Siliziumsubstrates mit Diamantsuspension auf die resultierende Schicht auswirkt. Hierfür wurden zwei Substrate unter identischen Bedingungen beschichtet, wobei eines mit Diamantsuspension vorbehandelt wurde. Bei der Diamantsuspension handelt es sich um ein Gemisch aus monokristallinen Diamantkörnern mit einem Durchmesser von 50 nm und Ethanol. Die anschließende Abscheidung erfolgte bei einer Substrattemperatur von 460 ° C und einer Fluenz von 12 J cm⁻². Die Raman-Spektren der beiden Schichten unterscheiden sich in 2 wesentlichen Punkten. Zum einen ist der G-Band-Peak der vorbehandelten Probe hin zu einer größeren Wellenzahl verschoben, zum anderen ist bei dieser Probe das Verhältnis I(D) / I(G) größer (vgl. Tab. 1). Beides spricht dafür, dass hier der Anteil an sp³-Bindungen größer ist als bei der unbehandelten Probe. Auch der für n-D typische t-PA-Peak (sog. Peakschulter) bei 1175 cm⁻¹ ist bei der vorbehandelten Probe wesentlich stärker ausgeprägt. Anhand der Spektren kann ausgesagt werden, dass es zu einer Erhöhung der sp³-Bindungsanteile, bedingt durch die Vorbehandlung, gekommen ist. Die aufgebrachten Diamantkristalle dienen hier als Nukleationskeime und begünstigen das n-D-Schichtwachstum.

 Tab. 1: Raman-Peakpositionen und Intensitätsverhältnisse der vorbehandelten/nicht vorbehandelten Proben.

Vorbehandlung	D-Band-Peak	G-Band-Peak	I(D) / I(G)
nein	1333 cm ⁻¹	1606 cm ⁻¹	0,85
ja	1333 cm ⁻¹	1610 cm ⁻¹	0,94

FAZIT

Es konnten mittels PLD-Verfahren und geeigneten Prozessparametern nanokristalline Diamantschichten erzeugt werden. Als günstige Prozessparameter haben sich ein Wasserstoff-Hintergrundgasdruck von 5 mbar und eine Laserpulsfluenz zwischen 10 J cm⁻² und 15 J cm⁻² bei einem Abstand Target – Substrat von 4 cm sowie einer Substrattemperatur von 46 ° C erwiesen. Eine Vorbehandlung der Substrate mittels Diamantsuspension ist bei Einsatz des PLD-Verfahrens nicht zwingend erforderlich, wirkt sich jedoch positiv auf das Beschichtungsergebnis aus.



Abb. 2: (a) Raman-Spektrum der n-D-Schicht, welche bei 5 mbar H₂-Druck hergestellt wurde. (b) REM-Aufnahme der n-D-Schicht (5 mbar H₂-Druck). (c) Raman-Spektren der bei verschiedenen Substrattemperaturen abgeschiedenen Schichten. (d) REM-Aufnahme der bei 560 $^{\circ}$ C erzeugten n-D-Schicht.

Danksagung: Wir danken dem Sächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst für die finanzielle Unterstützung im Rahmen des Projektes LAMIS (Laserpulsabscheidung von Schichten und Mikrostrukturierung von Festkörpermaterialien; Projekt Nummer: 080937862 / PRANO: 1236340295926), sowie der Hochschule Mittweida für die Ermöglichung und Unterstützung des Projektes.

REFERENZEN

(2009): Study of Raman Spectra of Nano-crystalline Diamond Like Carbon (DLC) films Composition (sp2:sp3) with Substrate Temperature, Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2009 Vol I WCECS, San Francisco, USA.

- Hara T, Yoshitake T & Fukugawa T (2004): Nanocrystalline diamond film prepared by pulsed laser deposition in a hydrogen atmosphere. Diam Relat Mater 13(4-8): 679–683.
- Hara T, Yoshitake T, Fukugawa T, Kubo H, Itakura M, Kuwano N, Tomokiyo Y & Nagayama K (2006): *Ultrananocrystalline diamond prepared by pulsed laser deposition*. Diam Relat Mater 15(4-8): 649–653.
- Klauser F, Steinmüller Nethl D, Kaindl R, Bertel E & Memmel N (2010): Raman Studies of Nano and Ultra nanocrystalline Diamond Films Grown by Hot Filament CVD. Chem Vap Deposition 16(4 6): 127–135.
- Kulisch W, Popov C, Lefterova E, Bliznakov S, Reithmaier J & Rossi F (2010): Electrical properties of ultrananocrystalline diamond/amorphous carbon nanocomposite films. Diam Relat Mater 19(5-6): 449–452.

- **Popov C, Bliznakov S & Kulisch W (2007)**: Influence of the substrate nature on the properties of nanocrystalline diamond films. Diam Relat Mater **16**(4-7): 740–743.
- Stiegler J, Michler J & Blank E (1999): An investigation of structural defects in diamond films grown at low substrate temperatures. Diam Relat Mater 8(2-5): 651–656.
- Woehrl N & Buck V (2007): Influence of hydrogen on the residual stress in nanocrystalline diamond films. Diam Relat Mater 16(4-7): 748–752.

Zu zitieren als: Grüttner H & Weißmantel S (2011): Grundlegende Untersuchungen zur Erzeugung von nano-kristallinen Diamant-Schichten mittels Laserpulsabscheidung (PLD). Zeitschrift für Nachwuchswissenschaftler 2011/3(2): S. 12–16

Please cite as: **Grüttner H & Weißmantel S (2011):** Fundamental studies on the deposition of nanocrystalline diamond (n-D) films by means of Pulsed Laser Deposition. *German Journal for Young Researchers*2011/3(2): pp. 12–16

URL:http://www.nachwuchswissenschaftler.org/2011/2/43/

URN:http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0253-2011-2-43

ANGEWANDTE NATURWISSENSCHAFTEN

IDENTIFIZIERUNG VON MIKROORGANISMEN IN ZIEGENKÄSE MIT MALDI-TOF-MS

Identification of microorganisms in goat cheese by MALDI-TOF-MS

Linda Leisering*, Susann Weinholz, Ingo Schellenberg & Christiana Cordes

Hochschule Anhalt, Strenzfelder Allee 28, Bernburg

Eingegangen am 20.12.2010; Überarbeitet eingereicht am 17.05.2011; nicht peer-reviewed

Korrektorat: Nikola Wiegeler

Zusammenfassung

Die Forschungen sind auf die Identifizierung von Mikroorganismen verschiedener Arten von Ziegenkäse mittels MALDI-TOF-MS (*matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry*) fokussiert . Dafür werden die Proben zunächst kultiviert und anhand des Verfahrens MALDI-TOF-MS bestimmt. Anschließend werden die erhaltenen Spektren mit der SARAMIS-Datenbank (bioMérieux, Nürtingen) abgeglichen.

Schlüsselwörter: *Mikroorganismen* | *Ziegenkäse* | *MALDI-TOF-Massenspektrometrie*

Abstract

This study focuses on the identification of microorganisms in different types of goat cheese by MALDI-TOF-MS (matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry). Microorganisms from cheese samples are cultured and identified with MALDI-TOF-MS. Mass spectra are analyzed using the database SARAMIS (bioMérieux, Nürtingen).

keywords: *microorganisms* | *goat cheese* | *MALDI-TOF mass spectrometry*

Ziel dieser Untersuchungen ist die Identifizierung von Mikroorganismen aus Ziegenkäse. Hierbei handelt es sich um unterschiedliche Käsesorten wie Frisch-, Weich- und Hartkäse, deren mikrobielle Zusammensetzung in der Käsereifung untersucht werden soll. Die Käseproben werden durch Homogenisieren aufgeschlossen und auf Festmedien für 3 Tage bei 30°Ckultiviert. Die Identifikation der Mikroorganismen erfolgt mittels MALDI-TOF-MS. Hierbei wird Probenmaterial von einer Agarplatte auf ein Target aufgetragen (Bild 1) und mit 0,3 μ L Matrix (2,5-Dihydroxybenzoesäure) versetzt. Im Massenspektrometer Voyager DE PRO (Applied Biosystems, Forster, USA) werden diese Proben im Hochvakuum angeregt. Die Flugzeiten der Moleküle sind direkt proportional zum Masse-Ladungsverhältnis (m/z). Die ribosomalen Proteine der Mikroorganismen können im Masse-Ladungsverhältnis

*linda.leisering@imail.de | 0049/3461/46/2923

bis 20.000 m/z untersucht werden. Die Identifikation der Mikroorganismen im Ziegenkäse ist mittels Abgleich mit der Datenbank SARAMIS (bioMérieux, Nürtingen) möglich. Die identifizierten Keime werden anschließend in die Maldi-TOF-MS Datenbank aufgenommen. Dies ermöglicht in anderen Proben eine schnelle Wiedererkennung.



(a)

(b)

Abb. 1: Wachstum von Mikroorganismen aus Ziegenkäse ((a) Weichkäse; (b) Frischkäse auf MRS-Agar

REFERENZEN

- Lay J (2001): *MALDI-TOF mass spectrometry of bacteria*. Mass Spectrom Rev 20: 172–94.
- Lay J & Holland R (2000): Rapid identification of bacteria based on spectral patterns using MALDI-TOFMS. Methods Mol Biol 146: 461–488.
- Stapels M, Cho J, Giovannoni S & Barofsky D (2004): Proteomic analysis of novel marine bacteria using MALDI and ESI mass spectrometry. J Biomol Tech 15(3): 191–198.
- Šedo O, Sedláček I & Zdráhal Z (2011): Sample preparation methods for MALDI MS profiling of bacteria. Mass Spectrom Rev 30: 417–437.

Zu zitieren als: Leisering L, Weinholz S, Schellenberg I & Cordes C (2011).: Identifizierung von Mikroorganismen in

Ziegenkäse mit MALDI-TOF-MS. Zeitschrift für Nachwuchswissenschaftler 2011/2: S. 17–18

Please cite as: Leisering L, Weinholz S, Schellenberg I & Cordes C (2011): Identification of microorganisms in goat cheese by MALDI-TOF-MS. *German Journal for Young Researchers* 2011/2: pp. 17–18

URL: http://www.nachwuchswissenschaftler.org/2011/2/54/

URN: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0253-2011-2-54

ANGEWANDTE NATURWISSENSCHAFTEN

TESTENTWICKLUNG ZUR LEBENSFÄHIGKEIT GRANULIERTER Starterkulturen

Viability tests for granulated microorganisms

Susann Weinholz^{*1}, Magdalena Wassermann² & Christiana Cordes¹

¹Hochschule Anhalt, Strenzfelder Allee 28, 06406 Bernburg ²VTA GmbH, Wilfried-Pergande-Platz 1, 06369 Weißandt-Gölzau

Eingegangen am 21.12.2010; Überarbeitet eingereicht am 12.05.2011; nicht peer-reviewed

Korrektorat: Nikola Wiegeler

Zusammenfassung

Ziel dieser Studien ist die Entwicklung neuer Tests zur Lebensfähigkeit granulierter, mikrobieller Starterkulturen. In diesem Projekt werden alternative Assays zur Detektion von Biomarkern mittels MALDI-TOF-MS sowie Proteinanalysen mit 2D-Gelelektrophorese untersucht. Dieser Viabilitätstest soll in der Routine als Prozesskontrolle in verschiedenen Chargen von granulierten Mikroorganismen Anwendung finden.

Schlüsselwörter: Lebensfähigkeit | 2D-Gelelektrophorese | Proteine | MALDI-TOF-Massenspektrometrie

Abstract

Aim of this study is to develop new methods for testing the viability of granulated microbial starter cultures. Within the framework alternative assays for biomarkers are developed by means of MALDI-TOF-MS (matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry) and protein analysis (1D- and 2D-electrophoresis). These assays will then be used to test different batches of granulated microorganisms to determine viability in routine process control.

keywords: viability | 2D gel electrophoresis | proteins | MALDI-TOF mass spectrometry

Dieses Projekt ist Teil des Wachstumskerns WIGRATEC, welcher sich mit der Wirbelschichtgranulierung von Mikroorganismen befasst. Die Wirbelschichtgranulierung gewinnt zunehmend an Bedeutung in Bereichen wie Pharmazie, Lebensmittel- und Biotechnologie.

Üblicherweise wird die Viabilität von Bakterien durch Zählung der Kolonie-bildenden Einheiten (KBE) bestimmt . Diese Untersuchungen können bis zu mehreren Tagen dauern. Als weiterer Kontrolltest wird der auf Fluoreszenzfarbstoffen basierende LIVE/DEAD BacLight Bacterial Viability Kit angewendet (Produktinformation, 2009). Dieser liefert häufig recht ungenaue Ergebnisse, vor allem, wenn die untersuchten Bakterien in einem schlechten oder Ruhezustand sind. Daher ist

Isoelektrische Fokussierung pH=4-7





Abb. 1: (a) 2D-Elektrophorese des Modellstammes *Lactobacillus plantarum* (DSM 20174^T). (b) MALDI-TOF-Massenspektrum von DSMZ 20174^T

es sinnvoll, neue Tests zur Detektion der bakteriellen Lebensfähigkeit zu entwickeln, die in viel kürzerer Zeit eine präzise Aussage ermöglichen.

Mittels proteinanalytischer Methoden (2D-Elektrophorese) und MALDI-TOF-MS (matrix-assisted laser desorption/ionization

^{*}s.weinholz@loel.hs-anhalt.de; 0049/3471/355/1198

time of flight mass spectrometry) sollen Biomarker gefunden werden, die eine Bestimmung der Lebensfähigkeit der unter unterschiedlichen Bedingungen hergestellten Starterkulturen ermöglichen. Ein Beispiel der jeweiligen Untersuchung ist in Bild 1a und 1a dargestellt.

Bei der Produktion von Starterkulturen kommt neben der möglichst schnellen Kontrolle der Lebensfähigkeit der Kulturen im Prozess auch der Test der Lebensfähigkeit nach einer Lagerfrist hinzu. Die neu zu entwickelnden Methoden sollen daher zur Qualitätskontrolle und Überwachung von Produktionschargen granulierter Mikroorganismen angewendet werden.

Finanzierung: WIGRATEC ist vom BMBF gefördert (FKZ 03WKBQ04C).

REFERENZEN

Joux F & Lebaron P (1997): Ecological implications of an improved direct viable count method for aquatic bacteria. Appl Environ Microbiol 63(9): 3643–3647.

Madigan M, Martinko J & Parker J (2001): Mikrobiologie.
 Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin.
 Produktinformation (2009): Invitrogen and Molecular Probes -

LIVE/DEAD BacLight Bacterial Viability Kits.

Zu zitieren als: Weinholz S, Wassermann M & Cordes C (2011).: Testentwicklung zur Lebensfähigkeit granulierter Starterkulturen. Zeitschrift für Nachwuchswissenschaftler 2011/3(2): S. 19–20

Please cite as: Weinholz S, Wassermann M & Cordes C (2011).: Viability tests for granulated microorganisms . *German Journal for Young Researchers* 2011/3(2): pp. 19–20

URN: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0253-2011-2-60

URL: http://www.nachwuchswissenschaftler.org/2011/2/60/

INGENIEURWISSENSCHAFTEN

ENTWICKLUNG VON AXIALTURBINEN FÜR DIE Flussenergienutzung

Development of axial turbines for the use of river energy

Christoph Thiericke*& Dominik Surek

Hochschule Merseburg (FH), Geusaer Str., 06217 Merseburg

Eingegangen am 21.12.2010; Überarbeitet eingereicht am 09.05.2011; nicht peer-reviewed

Korrektorat: Holger Lange

Zusammenfassung

Bisher gehören Kaplanturbinen zu den schnellläufigen Wasserturbinen, die für geringe Gefällehöhen von H = 2 m bis H = 25 mund für große Volumenströme eingesetzt werden. Flüsse und Kanäle verfügen aber auch über das Energiepotential der Strömung, das ebenfalls genutzt werden kann. Dafür gibt es bisher keine geeigneten Wasserturbinen. Deshalb werden axiale Wasserturbinen berechnet und entwickelt, die mobil ohne Staustufe und ohne Wehr im Fluss installiert werden können und die Strömungsenergie im Fluss zur Elektroenergieerzeugung nutzen.

Schlüsselwörter: Wasserturbine | Axialturbine | Flussenergienutzung

Abstract

Up to now Kaplan turbines belong to the high-speed water turbines used for low slope heights from H = 2 m to H = 25 m and for large volume flows. However, rivers and canals also bear another energy potential, their stream. Up to now there are no suitable water turbines for a specific use of stream energy. Therefore, axial water turbines are calculated and developed. These turbines can be installed mobile without barrage or weir in the river and can then use the energy in the river for the production of electric energy.

keywords: *water turbine* | *axial turbine* | *stream water turbine*

Die Triebkraft von Flüssen ist das Gefälle i als Verhältnis der Neigung Δh zur Längeneinheit L des Flusses oder der Neigungswinkel der Flusssohle α in Strömungsrichtung. Der Sinus dieses Neigungswinkels stellt das Gefälle dar mit $i = \sin(\alpha) = \Delta h/L$. Dieses Gefälle ist in Gebirgsgegenden mit $i = 3 \cdot 10^{-3}$ bis $9 \cdot 10^{-3}$ groß und es nimmt im flachen Land, wenn der Fluss zum Strom wird, bis auf Werte von $i = 0, 3 \cdot 10^{-3}$ bis $i = 1, 4 \cdot 10^{-3}$ ab. Hier erhält der Fluss eine größere Tiefe und Breite mit größeren Volumenströmen von $V = 80 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ bis 2300 m $^3 \text{ s}^{-1}$ und er wird für die energetische Nutzung interessant. In diesem Bereich des ruhigen Fließens sinkt jedoch auch die mittlere Strömungsgeschwindigkeit auf Werte von $c = 1,0 \text{ m s}^{-1}$ bis 2,5 m s $^{-1}$, die im Jahresverlauf

*christoph.thiericke@hs-merseburg.de; 0049/3461/46/2923

noch Schwankungen unterworfen ist. Für diese Strömungsgeschwindigkeiten bei Flusstiefen von h = 1.6 m bis 9,5 m sind mobile Wasserturbinen zu entwickeln und mit geeigneten Elektrogeneratoren zu koppeln.

Die Schnelllaufzahlen und spezifischen Drehzahlen dieser Wasserturbinen liegen weit über denen der bisher bekannten axialen Kaplanturbinen. Damit werden in Abhängigkeit der Flussgröße und des Turbinendurchmessers Turbinenleistungen von P = 3,0 kW bis 140 kW erreicht.

PARAMETER VON FLUSSWASSERTURBINEN OHNE STATISCHEM GEFÄLLE

Nach Betz (1926) kann dem strömenden Wasser in Flüssen nur ein Teil der kinetischen Energie von einer frei fahrenden Wasserturbine der Größe von $c_p = 16/27 = 0,59$ entzogen werden, so dass sich das in Abb. 1a dargestellte Abströmprofil c_3 einstellt (Betz, 1926). Der übrige Anteil der kinetischen Flussenergie von 41 % wird zur Abströmung benötigt. Damit kann die Turbinenleistung aus der Tiefe und Breite des Flusslaufs ermittelt werden. Folgende Bedingungen sind dabei zu beachten:

- (i) Die Wasserturbine soll vollständig in den Fluss eintauchen.
- (ii) Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit des Flusswassers von c = 1,0 ms bis 2,5 m s⁻¹ ist abhängig vom Fluss und von der Jahreszeit.
- (iii) Die Flusstiefe begrenzt den Turbinenaußendurchmesser. Für eine Flußtiefe von h = 2,0 m kann der größte Turbinendurchmesser mit $d = 1,8 \text{ m}^{\varnothing}$ ausgeführt werden.
- (iv) Die spezifische Drehzahl von Flusswasserturbinen nimmt Werte von $n_q = 500 \text{ min}^{-1}$ bis 2500 min ⁻¹ an, die weit über den spezifischen Drezhalen von Kaplanturbinen liegen.
- (v) Bei Flusswasserturbinen ist die Druckzahl gleich dem Quadrat der Lieferzahl $\Psi = c^2/u^2 = \phi^2$, die Schnelllaufzahl beträgt $\sigma = 1/\phi$ und die interessante Bedingung, dass die Durchmesserzahl δ für alle Flusswasserturbinen den Wert $\delta = 1,0$ annimmt (Surek & Stempin, 2011).

Zeitschrift für Nachwuchswissenschaftler - German Journal for Young Researchers 2011/3(2)



Abb. 1: (a) Austrittsgeschwindigkeitsprofil aus der Flusswasserturbine durch Entzug der Strömungsenergie. (b) Drehzahl von Flusswasserturbinen in Abhängigkeit der Anströmgeschwindigkeit c_2 für die Laufraddurchmesser $d_2 = 1,5$ m bis 4,5 m bei der Schnelllaufzahl von $\sigma = 10$ und dem Nabenverhältnis $\nu = d_N/d_2 = 0,32$

Damit können die Abmessungen und die Drehzahl von Flusswasserturbinen bestimmt werden. Aus der Druckzahl Ψ für Flusswasserturbinen folgt mit der spezifischen Nutzarbeit $\Psi = c_2^2/2$:

$$\Psi = \frac{2Y}{u_2^2} = \frac{2c_2^2}{2u_2^2} = \frac{c_2^2}{u_2^2} = \frac{c_2^2}{\pi^2 n^2 d_2^2} = \Phi^2$$
(I)

wobei die Laufraddrehzahl n über die Gl. II gegeben ist:

$$n = \frac{c_2^2}{\pi \sqrt{d_2 \psi}} \tag{II}$$

Die Turbinendrehzahl ist also abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit c₂, von der erreichbaren Druckzahl Ψ und von dem Laufradaußendurchmesser d₂, der für die deutschen Flüsse im Bereich von d₂ = 1,5 m bis 4,5 m liegt.

Wird die Gl. 2 für die Druckzahl von $\Psi = \varphi^2 = 0,01$, die Strömungsgeschwindigkeit $c_2 = 1,0 \text{ m s}^{-1}$ bis 2,5 m s⁻¹, für Laufraddurchmesser von $d_2 = 1,5 \text{ m}$ bis 4,5 m ausgewertet, so ergeben sich Turbinendrehzahlen von n =40 min ⁻¹ bisn = 335 min ⁻¹. In Abbildung 1b ist das Drehzahlkennfeld n = f(c_2, d_2) in Abhängigkeit der Meridiangeschwindigkeit im Laufrad und des Laufradaußendurchmessers dargestellt.

Als Generator für die Flusswasserturbinen können Unterwassergeneratoren als Naben- oder hochpolige Außenringläufergeneratoren eingesetzt werden.

DESIGN VON FLUSSWASSERTURBINEN

Mobile Flusswasserturbinen können unterschiedlich gestaltet werden. Sie können auf Pontons installiert oder direkt in den Fluss eingetaucht werden. Die direkt eintauchenden Flusswasserturbinen beruhen auf einer österreichischen Erfindung, die Stromboje genannt wird. In Abb. 2a ist eine Flusswasserturbine der Fa. KSB dargestellt. Flusswasserturbinen können als freilaufende oder ummantelte Axialturbinen mit einem Vor- oder Nachleitrad ausgerüstet werden. Es ist auch zweckmäßig die Wasserturbinen mit einer Einlaufdüse und mit einem Austrittsdiffusor auszustatten, um eine höhere Energieausbeute zu erreichen.

Mit Rücksicht auf eine hohe Energieausbeute und einen hohen Gesamtwirkungsgrad ist die Flusswasserturbine nach Abb. 2b mit einer elliptischen Einlaufdüse mit Nasenumströmung, mit einem Vorleitrad, das eine große Umfangskomponente der Flussanströmung erzeugt, mit einem profilierten Turbinengehäuse als Diffusor und mit einem geringen Axialspalt zwischen Laufrad und Gehäuse ausgeführt.

DESIGN DES LAUFRADSCHAUFELGITTERS

Das Schaufelgitter des Laufrades mit zwei Laufschaufeln ist im Außenschnitt und im äußeren Bereich des Radienverhältnisses $r/r_2 \ge 0.40$ mit einem großen Teilungsverhältnis t/L mit Werten von t/L = 3,33 bis 11,11 ausgeführt. Der Anstellwinkel im Außenschnitt ist mit $\beta_1 = 6,86^\circ$ sehr gering und auch die Schaufelprofilwölbung ist sehr klein. Erst im Innenschnitt besitzt die Schaufel infolge des Drallsatzes eine beträchtlich größere Schaufelanstellung β_1 . Die Profile sind innen auch stärker gewölbt. In Abb. 2c ist das Schaufelgitter mit zwei Schaufeln für den Mittelschnitt des Laufrades dargestellt. Die spätere Schaufelprofilauslegung der Laufschaufeln wird mindestens für 12 Schaufelschnitte von $r/r_2 =$ 0,12 bis $r/r_2 = 1,0$ vorgenommen. Nach dem Vorentwurf der Leit- und Laufschaufeln erfolgt die dreidimensionale Nachrechnung der Schaufelgitter und der gesamten Flusswasserturbine mit einem CFD-Programm. Dafür wird vorteilhaft das ANSYS-Programm CFX benutzt. Die Vernetzung der Turbine erfolgt auf der Grundlage des Parametersatzes der CAD-Konstruktion.



Abb. 2: (a) Axiale Flusswasserturbine mit Schutzrechen, Einlaufdüse und Austrittsdiffusor während der Installation im Fluss (KSB 2010). (b) Meridianschnitt einer ummantelten Flusswasserturbine für den Laufraddurchmesser von $d_2 = 2,0$ m und die Anströmgeschwindigkeit von $c_1 = 1,50$ m s⁻¹. (c) Schaufelgitter des Turbinenlaufrades mit Geschwindigkeitsdreiecken für den Mittelschnitt mit t/L = 4,34

BEZEICHNUNGEN

Kürzel	Einheit	Bedeutung
с	m s ⁻¹	Strömungsgeschwindigkeit
d	m	Laufraddurchmesser
Н	m	Gefällehöhe
h	m	Flussspiegelhöhe
i	-	Gefälle
L	m	Profillänge
n	min ⁻¹	Drehzahl
nq	min ⁻¹	spez.ifische Drehzahl
Ŷ	J kg ⁻¹	spezifische Nutzarbeit
β	0	Schaufelwinkel
δ	-	Durchmesserzahl
φ	-	Durchflusszahl
Ψ	-	Druckzahl
σ	-	Schnelllaufzahl

REFERENZEN

- Betz A (1926): Windenergie und ihre Ausnutzung durch Windmühlen. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.
- Surek D & Stempin S (2011): Dimensionslose Kennzahlen und CordierDiagramm für mobile Flusswasserturbinen. Wasserkraft & Energie 2: –.

Zu zitieren als: **Thiericke C & Surek D (2011):** Entwicklung von Axialturbinen für die Flussenergienutzung. *Zeitschrift für Nachwuchswissenschaftler* 2011/3(2): S. 21–23

Please cite as: **Thiericke C & Surek D (2011):** Development of axial turbines for the river energy use. *German Journal for Young Researchers* 2011/3(2): pp. 21–23

URL: http://www.nachwuchswissenschaftler.org/2011/2/72/ URN: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0253-2011-2-72