

**Abschlussbericht**  
**zum**  
**Forschungsvorhaben**  
**03Z2DG1**

**Zentrum für Innovationskompetenz plasmatis:**  
**Spezifische Geräteinvestitionen der**  
**Nachwuchsgruppe „Zelluläre Effekte“**



**Ausführende Stelle:** Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V. (INP  
Greifswald)  
Felix-Hausdorff-Str. 2  
17489 Greifswald

**Projektleiter:** Prof. Dr. Klaus-Dieter Weltmann

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 03Z2DG1 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

## **Inhalt:**

### Zusammenfassung

- I.1 Aufgabenstellung
- I.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde
- I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens
- I.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde
- I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen
  
- II.1 Eingehende Darstellung der Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen
- II.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises
- II.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit
- II.4 Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit des Ergebnisses
- II.5 Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen
- II.6 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses

### **Zusammenfassung:**

Mit „*plasmatis* – Plasma plus Zelle“ wird ein Zentrum für Innovationskompetenz in Greifswald etabliert, in dem wissenschaftliche Kompetenzen aus Plasmaforschung und Lebenswissenschaften kombiniert werden, um interdisziplinäre Grundlagenforschung zu Wechselwirkungen physikalischer Plasmen mit lebenden Zellen und Geweben auf höchstem internationalen Niveau zu betreiben. Die Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ wird die Beeinflussung des Wachstums und der Vitalität von unterschiedlichen Zellen unter Anwendung verschiedener Plasmaquellen differenziert untersuchen. Um eine Aufnahme der Forschungsarbeiten ohne zeitliche Verzögerung unmittelbar mit Beginn der Förderung der Nachwuchsforschergruppe zu ermöglichen, wurden im Rahmen des Vorhabens „Zentrum für Innovationskompetenz“ *plasmatis* für die Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ folgende „Spezifische Geräteinvestitionen“ realisiert:

Zellbiologischer Arbeitsplatz

Vier Zellmigrationsanlagen

Fluoreszenzmikroskop

Real-Time-PCR-System

Gefrierschrank -86°C

Stickstofftank zur Lagerung von Zellen

Stickstofftank zum Transport von Zellen

Die Gesamtinvestitionssumme betrug 294.271,43 EUR.

Die spezifische Geräteinvestition wurde streng entsprechend dem Förderantrag durchgeführt. Es wurden keinerlei Modifikationen oder Umwidmungen vorgenommen. Lediglich bei den letztendlich ausgewählten Lieferanten gab es Veränderungen zu den für den Antrag eingeholten Referenzangeboten, die sowohl inhaltlich-technisch als auch im Hinblick auf die Preisgestaltung (Vergleichsangebote) begründet waren.

Mit den spezifischen Geräteinvestitionen war es möglich, dass im Dezember 2009, d.h. im ersten Monat der Förderphase der Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“, die für einen sofortigen Arbeitsbeginn erforderliche Geräteausstattung vorhanden war. Dadurch wurde eine langwierige Anlaufphase des auf fünf Jahre angelegten Vorhabens Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ des Zentrums für Innovationskompetenz „*plasmatis* – Plasma plus Zelle“ (FKZ 03Z2DN11) vermieden, so dass bereits in den ersten Monaten wissenschaftliche Ergebnisse erarbeitet und erste Kooperationen konkretisiert werden konnten.

Damit wurden die Ziele des Vorhabens vollständig erreicht.

## I.1 Aufgabenstellung

Mit „*plasmatis* – Plasma plus Zelle“ wird ein Zentrum für Innovationskompetenz in Greifswald etabliert. Es nutzt den Wissenschaftsstandort Greifswald mit seinen vorhandenen wissenschaftlichen Kompetenzen in den Bereichen Plasmaforschung und Lebenswissenschaften für eine interdisziplinäre wissenschaftliche Zusammenarbeit. *plasmatis* betreibt in zwei Nachwuchsforschergruppen Grundlagenforschung mit dem Ziel, Wirkungsmechanismen und Zusammenhänge der Wechselwirkung physikalischer Plasmen mit lebender Materie auf zellbiologischer Grundlage zu verstehen. Es werden vor allem nichtletale, gezielt stimulierende Wirkungen von physikalischen Plasmen auf lebende Zellen untersucht. In der Forschungskonzeption dient die Wundheilung sowohl wegen des modellhaften Charakters der dabei ablaufenden Prozesse als auch wegen der immensen gesundheitspolitischen Relevanz als Modellsituation.

Durch die detaillierte Untersuchung von Wechselwirkungen der wirksamen Plasmaparameter mit einzelnen Zellbestandteilen sowie Komponenten in der physiologischen Umgebung der Zellen werden eine Kontrolle und gezielte Steuerung biologischer Plasmaeffekte und deren kontrollierte therapeutische Nutzung möglich. Die Grundlagenforschung von *plasmatis* liefert mittel- und langfristig wichtige Impulse – nicht nur für neue Therapiemöglichkeiten im Wundmanagement, sondern auch für eine Vielzahl anderer biologischer und medizinischer Anwendungen.

Derzeit gibt es nur sehr begrenzte Erkenntnisse über die Wechselwirkungen von kalten physikalischen Plasmen und lebenden Zellen. Die Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ soll durch experimentelle Grundlagenforschung Antworten liefern, inwiefern eukaryotische Zellen mithilfe von Plasma stimuliert werden können. Basierend auf dem Modell der chronischen Wundheilung wird der Einfluss kalten Plasmas auf die Zellwanderung, die Adhäsion, die Sekretion der extrazellulären Matrix (ECM = Bindegewebe) sowie auf das Zellwachstum bzw. den Zelltod untersucht.

Speziell die Wanderung verschiedener Zellarten spielt eine zentrale Rolle in der Wundheilung. So wandern Immunzellen in die frische Wunde ein, um Mikroorganismen zu eliminieren – gefolgt von einwandernden Fibroblasten. Diese Fibroblasten wiederum produzieren die ECM, welche einerseits die Wunde weiter verschließt, andererseits die Grundlage für die Wanderung weiterer Zellen darstellt. Um das Wanderungsverhalten all dieser unterschiedlichen Zelltypen analysieren zu können, müssen die Aktivitäten der Zellen per Zeitraffer-Videomikroskopie aufgezeichnet, digitalisiert und anschließend computergestützt ausgewertet werden.

Während der Wundheilung kommt es mehrfach zu Umstrukturierungen der Matrix, was jeweils die Aktivierung unterschiedlicher Gene notwendig macht. Auch die Zellmigration erfordert das gezielte An- und Ausschalten unterschiedlicher Gene, um beispielsweise auf veränderte Umweltbedingungen reagieren zu können (z.B. das Erreichen der Wundstelle). Um diese Genaktivierungen bzw. das Stilllegen verschiedener Gene zu detektieren, sind Methoden zur Aufarbeitung des Erbmaterials, sowie Anlagen zur Analyse der Genaktivitäten (quantitative Real-Time-PCR) unabkömmlich.

Nach der am 27. Mai 2009 erfolgten Auswahl und Bestätigung von Herrn Dr. Kai Masur, Universität Witten/Herdecke, als Leiter der Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ wurde der Förderantrag für diese Nachwuchsforschergruppe erarbeitet und zum 29. Juli 2009 eingereicht. Als Beginn der Förderung wurde der 1. November 2009 angestrebt, wobei klar war, dass ein Zuwendungsbescheid und damit die Voraussetzung für die Möglichkeit von Geräteinvestitionen erst mit Beginn dieses Förderzeitraumes vorliegen würden.

Um zu garantieren, dass der Nachwuchsgruppenleiter mit Beginn der Förderung seiner Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ eine technische Basis für die unverzügliche Aufnahme seiner Forschungsarbeit vorfindet, wurde eine spezifische Geräteinvestition beantragt, deren Förderung am 1. August 2009 begann.

Dabei handelte es sich um die folgenden Investitionen:

Zellbiologischer Arbeitsplatz

Vier Zellmigrationsanlagen

Fluoreszenzmikroskop

Real-Time-PCR-System

Gefrierschrank -86°C

Stickstofftank zur Lagerung von Zellen

Stickstofftank zum Transport von Zellen

## **I.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde**

Die experimentellen Arbeiten der Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ sollen Antworten liefern, inwiefern eukaryotische Zellen mithilfe von Plasma stimuliert werden können. Basierend auf dem Modell der chronischen Wundheilung soll der Einfluss kalten Plasmas auf die Zellwanderung, die Adhäsion, die Sekretion der Extrazellulären Matrix, sowie auf das Zellwachstum bzw. den Zelltod untersucht werden.

Neben der üblichen Grundausstattung zellbiologischer Laboratorien sind hierfür spezielle Geräteausstattungen erforderlich, um eine effektive Forschungstätigkeit auf modernstem Niveau zu ermöglichen. Diese speziellen Geräte sind trotz einer Vielzahl interdisziplinärer Themen in einem hauptsächlich physikalisch-technisch arbeitenden Institut nicht hinreichend vorhanden.

Die Auswahl und Bestätigung von Herrn Dr. Kai Masur als Leiter der Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ erfolgte am 27. Mai 2009. Daraufhin begann er mit Unterstützung des INP Greifswald e.V. unverzüglich mit der Erarbeitung des Förderantrages für seine Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“. Parallel dazu wurde am INP Greifswald e.V. in enger Abstimmung mit Herrn Dr. Masur der Antrag für die spezifischen Geräteinvestitionen erarbeitet und am 3. Juli 2009 eingereicht. Der Zuwendungsbescheid (FKZ 03Z2DG1) lag am 29. Juli 2009 vor, Beginn der Förderung war der 1. August 2009.

Für die Aufstellung der Geräte wurde kurzfristig Laborkapazität im INP Greifswald e.V. sowie im Institut für Pharmazie, Pharmazeutische Biologie, der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald zur Verfügung gestellt.

## **I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens**

Die Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ untersucht die Beeinflussung der Zellwanderung, des Wachstums und der Vitalität von unterschiedlichen Zellen unter Anwendung verschiedener Plasmaquellen.

Die beantragten spezifischen Geräteinvestitionen wurden unmittelbar auf die initiale Phase des Arbeitsplanes für die Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ abgestimmt.

Speziell die Wanderung verschiedener Zellarten spielt eine zentrale Rolle in der Wundheilung. Kurz nach dem Wundverschluss durch das Blutgerinnsel wandern die ersten

Immunzellen ein, um mögliche Pathogene und Mikroorganismen zu eliminieren. Bereits während dieser Immunologischen Phase kommt es auch zum Einwandern von Fibroblasten. Diese Fibroblasten wiederum produzieren die extrazelluläre Matrix (ECM = Bindegewebe), welche einerseits die Wunde weiter verschließt, andererseits die Grundlage für die Wanderung weiterer Zellen darstellt. Um das Wanderungsverhalten all dieser unterschiedlichen Zelltypen analysieren zu können, müssen die Aktivitäten der Zellen per Zeitraffer-Videomikroskopie aufgezeichnet, digitalisiert und anschließend computergestützt ausgewertet werden. Da hierbei speziell der Einfluss physikalischer Plasmen auf lebende Zellen untersucht werden soll, wäre es von Vorteil, wenn auch sehr kurzfristige Effekte aufgezeichnet werden könnten.

Hierfür bietet sich die Digitalmikroskopie in Verbindung mit der Aufnahme in variablen Zeitskalen und Software zur Bewegungsanalyse an (Zeitraffer für Zellwanderung – Hochgeschwindigkeitsaufnahmen für Plasmaeffekte).

Um strukturelle Unterschiede der von den Fibroblasten sezernierten Matrix zu untersuchen, ist der spätere Einsatz hochauflösender Mikroskope wie das Rasterkraftmikroskop und das Konfokale Laserscanning-Mikroskop geplant (siehe Vorhaben „Zentrum für Innovationskompetenz: Strategische Geräteinvestition für das ZIK plasmatis ‚Plasma plus Zelle‘“, FKZ 03Z2D11).

Während der Wundheilung wie auch der Zellwanderung kommt es mehrfach zu Umstrukturierungen der Matrix, was jeweils die Aktivierung unterschiedlicher Gene notwendig macht. Auch die Zellmigration selbst erfordert das gezielte An- und Ausschalten unterschiedlicher Gene, um beispielsweise auf veränderte Umweltbedingungen reagieren zu können (z.B. das Erreichen der Wundstelle). Um diese Genaktivierungen bzw. das Stilllegen verschiedener Gene zu detektieren, sind Methoden zur Aufarbeitung des Erbmaterials, sowie Anlagen zur Analyse der Genaktivitäten (quantitative Real-Time-PCR) unabkömmlich. Anhand dieser Schlüsselergebnisse wird es möglich sein, gezielter Experimente zur Zellmigration, Zelladhäsion bzw. zur Apoptose zu planen.

Alle Vorbereitungen für die Migrationsanalyse, Zelladhäsion, Untersuchungen zur Apoptose, wie auch zur Genanalyse müssen unter definierten, kontrolliert sterilen Bedingungen durchgeführt werden. Für diese Arbeiten sind die unter dem Punkt „Zellbiologischer Arbeitsplatz“ zusammengefassten Geräte und Materialien unbedingt notwendig.

Der Beginn der Anschaffung der Geräte (Auswahl, Einholung von Vergleichsangeboten, Bestellung etc.) erfolgte bereits vor Beginn der Förderung der Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ durch das INP Greifswald e.V. mit intensiver, vor allem fachlicher Unterstützung durch das Institut für Pharmazie/ FB Pharmazeutische Biologie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.

#### **I.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

Zum Zeitpunkt der Antragstellung gab es nur sehr begrenzte Erkenntnisse über die Wechselwirkungen von kalten physikalischen Plasmen und lebenden Zellen.

Konzeptionell konnte an die folgenden Übersichtspublikationen angeknüpft werden, die den Stand der Forschung zum Zeitpunkt der Antragstellung im Wesentlichen zusammenfassen:

E. Stoffels, I.E. Kieft, R.E.J. Sladek, E.P. van der Laan, D.W. Slaaf. Gas Plasma Treatment: A New Approach to Surgery? Crit. Rev. Biomed. Eng. 32 (2004) 427-460

E. Stoffels, R.E.J. Sladek, I.E. Kieft. Gas Plasma Effects on Living Cells. Physica Scripta T107 (2004) 79-82

E. Stoffels. "Tissue Processing" with Atmospheric Plasmas. Contrib. Plasma Phys. 47 (2007) 40-48

L.F. Gaunt, C.B. Beggs, G.E. Georgiou. Bactericidal Action of the Reactive Species Produced by Gas-Discharge Nonthermal Plasma at Atmospheric Pressure: A review. IEEE Trans. Plasma Sci. 34 (2006) 1257-1269

E. Stoffels, Y. Sakama, D.B. Graves. Cold Atmospheric Plasma: Charged Species and Their Interactions With Cells and Tissues. IEEE Trans. Plasma Sci. 36 (2008) 1441-1457

G. Fridman, G. Friedman, A. Gutsol, A.B. Shekter, V.N. Vasilets, A. Fridman. Applied Plasma Medicine. Plasma Process. Polym. 5 (2008) 503-533

M. Laroussi. Low Temperature Plasmas for Medicine? IEEE Trans. Plasma Sci. 37 (2009) 714-725

#### **I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

Bei der Beantragung und Realisierung des Forschungsvorhabens „Zentrum für Innovationskompetenz plasmatis: Spezifische Geräteinvestitionen der Nachwuchsgruppe „Zelluläre Effekte““ erfolgte eine intensive Zusammenarbeit mit dem Institut für Pharmazie/ FB Pharmazeutische Biologie sowie dem Institut für Hygiene und Umweltmedizin der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.

## **II.1 Eingehende Darstellung der Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen**

Folgende Geräteinvestitionen wurden im Einzelnen realisiert:

### ***Zellbiologischer Arbeitsplatz***

Die zellbiologischen Arbeitsplätze (ZAP) umfassen alle notwendigen Geräte, die zum Umgang bzw. der Aufarbeitung von Zellen notwendig sind. Dies umfasst unterschiedliche Zentrifugen, Pipetten, Heizblöcke mit Rührvorrichtungen, aber auch Rollentaumler, Vortex-Schüttler, etc. Die Anschaffung erfolgte im Dezember 2009 über VWR International.

### ***Zellmigrationsanlagen***

Um das Wanderungsverhalten unterschiedlicher Zelltypen mit und ohne Plasmabehandlung analysieren zu können, müssen die Aktivitäten der Zellen parallel per Zeitraffer-Videomikroskopie aufgezeichnet, digitalisiert und anschließend computergestützt ausgewertet werden. Hierbei ist es von besonderer Wichtigkeit, dass Zellen, welche aus einer Aufarbeitung stammen, vergleichend untersucht werden können, um eventuellen Unterschieden, z.B. zwischen einzelnen Immunzell-Spendern oder während der Aufarbeitungsphase, vorzubeugen. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, Plasmen mit unterschiedlichen Energiegehalten bzw. auch in Kombination mit verschiedenen Chemikalien (ROS –Fänger etc.) in Parallelversuchen zu testen. Aufgrund der Erfahrungen am Institut für Immunologie und Experimentelle Onkologie der Universität Witten/Herdecke, sind hierfür mindesten vier Anlagen notwendig (z. B. A) Kontrolle, B) Plasma, C) ROS-Fänger, D) Plasma plus ROS-Fänger).

Da hierbei speziell der Einfluss physikalischer Plasmen auf lebende Zellen untersucht werden soll, wäre es von Vorteil, wenn auch sehr kurzfristige Effekte aufgezeichnet werden könnten.

Hierfür bietet sich die Digitalmikroskopie in Verbindung mit der Aufnahme in variablen Zeitskalen und Software zur Bewegungsanalyse an.

Die Anschaffung von vier Migrationsanlagen der Carl Zeiss GmbH erfolgte im Dezember 2009.

### ***Fluoreszenzmikroskop***

Die Fluoreszenzmikroskopie ist ein wichtiges Hilfsmittel für die Detektion der Apoptose, da viele der kommerziell erhältlichen Nachweismethoden auf Fluoreszenz markierten Substanzen beruhen.

Ein Fluoreszenzmikroskop der Carl Zeiss GmbH wurde ebenfalls im Dezember 2009 geliefert.

### ***Quantitative Real-Time-PCR***

Um Genaktivierungen bzw. das Herunterregulieren verschiedener Gene zu detektieren, sind Methoden zur Aufarbeitung des Erbmaterials sowie Anlagen zur Analyse der Genaktivitäten (quantitative Real-Time-PCR) unabkömmlich. Anhand dieser Schlüsselergebnisse wird es möglich sein, gezielter Experimente zur Zellmigration, Zelladhäsion bzw. zur Apoptose zu planen.

Für diese Arbeiten wurde ein LightCycler 480 der Firma Roche im Dezember 2009 angeschafft.

### ***Gefrierschrank -86°C, Stickstofftanks zur Lagerung und zum Transport von Zellen***

Sowohl einige der benötigten Chemikalien, wie auch die Überstände der Zellen müssen für eine verlustfreie und dauerhafte Lagerung bei -80°C weggefroren werden. Für das Einfrieren wird ein Gefrierschrank (bis -86°C) benötigt. Nach dem Einfrieren werden die Materialien in flüssigem Stickstoff gelagert.

Diese Ausstattung wurde über die Firmen VWR International bzw. Fisher Scientific in den Monaten November und Dezember realisiert.

Die spezifische Geräteinvestition wurde streng entsprechend dem Förderantrag durchgeführt. Es wurden keinerlei Modifikationen oder Umwidmungen vorgenommen. Lediglich bei den letztendlich ausgewählten Lieferanten gab es Veränderungen zu den für den Antrag eingeholten Referenzangeboten, die sowohl inhaltlich-technisch als auch im Hinblick auf die Preisgestaltung (Vergleichsangebote) begründet waren.

Damit wurden die Ziele des Vorhabens vollständig erreicht.

## **II.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises**

Die Gesamthöhe des Zuwendungsbescheides betrug 299.287,00 EUR,

Zur Realisierung des Vorhabens wurden Mittel in Höhe von insgesamt 294.271,43 EUR angefordert und dem Zuwendungsbescheid entsprechend eingesetzt.

### **II.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit**

Mit den spezifischen Geräteinvestitionen war es möglich, dass im Dezember 2009, d.h. im ersten Monat der Förderphase der Nachwuchsgruppe „Zelluläre Effekte“, die für einen sofortigen Arbeitsbeginn erforderliche Geräteausstattung vorhanden war. Dadurch wurde eine langwierige Anlaufphase des auf fünf Jahre angelegten Vorhabens Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ des Zentrums für Innovationskompetenz „*plasmatis* – Plasma plus Zelle“ (FKZ 03Z2DN11) vermieden, so dass bereits in den ersten Monaten wissenschaftliche Ergebnisse erarbeitet und erste Kooperationen konkretisiert werden konnten.

### **II.4 Voraussichtlicher, Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit des Ergebnisses**

Mit dem ZIK *plasmatis* wird der Wissenschaftsstandort Greifswald mit Unterstützung durch das BMBF-Programm "Zentren für Innovationskompetenz" zu einem international renommierten Zentrum für Grundlagenforschung zu Plasma-Zell-Wechselwirkungen ausgebaut.

Ein herausragendes Alleinstellungsmerkmal der Forschungskonzeption von *plasmatis* ist die dominierende Stellung der zellbiologischen und medizinischen Grundlagenforschung zur Aufklärung von Plasma-Zell-Wechselwirkungen, um aufbauend auf diesen Forschungsergebnissen therapeutische Anwendungsfelder systematisch zu erschließen. *plasmatis* wird in nach modernstem Standard ausgestatteten neuen Arbeits- und Laborräumen angesiedelt. Dies erhöht die Attraktivität dieses Forschungszentrums und ist eine unabdingbare Voraussetzung für effektive und exzellente Forschung auf höchstem internationalem Niveau.

Der mit der hier beantragten Geräteinvestition realisierte Grundstock für eine hervorragende und einmalige Ausstattung der Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ ermöglichte einen zügigen und effektiven Beginn exzellenter und international wettbewerbsfähiger Forschungsarbeiten. Damit wurde ein wichtiger Beitrag zur schnellen Sichtbarkeit und mittelfristigen Tragfähigkeit des Zentrums für Innovationskompetenz *plasmatis* geleistet.

Die unmittelbare Verwertung der Ergebnisse des Vorhabens „Zentrum für Innovationskompetenz *plasmatis*: Spezifische Geräteinvestitionen der Nachwuchsgruppe „Zelluläre Effekte““ erfolgt im Rahmen der Arbeit der Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ des ZIK *plasmatis*.

## **II.5 Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen**

Als Hauptkonkurrenz für das ZIK *plasmatis* sind nach wie vor die Drexel University Philadelphia, USA, die Université d'Orléans, Frankreich sowie das Max-Planck-Institut (MPI) für extraterrestrische Physik in Garching, Deutschland, zu nennen. In diesen Einrichtungen werden einzelne Aspekte der Aufklärung von Mechanismen von Plasma-Zell-Wechselwirkungen bearbeitet. Insbesondere das MPI wurde Ende 2009/ Anfang 2010 durch eine verstärkte Medienpräsenz sichtbar.

Es ist jedoch nach wie vor festzustellen, dass das solide auf eine umfassende Grundlagenforschung ausgerichtete ZIK *plasmatis* und insbesondere die Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ hinsichtlich ihrer Forschungskonzeption und ihrer Ausstattung bisher weitestgehend konkurrenzlos sind. Diese Alleinstellung wurde durch das Vorhaben „Zentrum für Innovationskompetenz plasmatis: Spezifische Geräteinvestitionen der Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte““ gestärkt.

## **II.6 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses**

Veröffentlichungen der Ergebnisse des Vorhabens „Zentrum für Innovationskompetenz plasmatis: Spezifische Geräteinvestitionen der Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte““ erfolgen im Rahmen der Arbeit der Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ des ZIK *plasmatis*.