

<b>Antragstyp</b>	Schwerpunktprogramm - Einzelantrag - Neuantrag
<b>Type of Proposal</b>	Priority Programme - Individual Proposal - New Proposal
<b>Antragsdauer / Requested Duration</b>	36 Monate / 36 months
<b>Fach</b>	Bioinformatik und Theoretische Biologie
<b>Subject Area</b>	Bioinformatics and Theoretical Biology
<b>Rahmenprojekt / Framework Project</b>	SPP 2171
<b>Titel</b>	<b>Grenzflächenprozesse an pflanzlichen inneren Oberflächen: Dynamische Wechselwirkungen zwischen Mikroblasen und flexiblen Fasergebilden</b>
<b>Title</b>	<b>Interfacial processes at plant internal surfaces: microbubble dynamics at flexible fibril networks</b>
<b>Geschäftszeichen / Reference No.</b>	<b>BU 2711/2-1</b>
<b>Antragsteller / Applicant</b>	<b>Dr. Claus Burkhardt</b> NMI Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen Reutlingen
<b>Geschäftszeichen / Reference No.</b>	<b>KO 2881/3-1</b>
<b>Antragsteller / Applicant</b>	<b>Privatdozent Dr. Wilfried Konrad</b> Eberhard Karls Universität Tübingen Fachbereich Geowissenschaften Invertebraten Paläontologie Tübingen
<b>Geschäftszeichen / Reference No.</b>	<b>NE 681/15-1</b>
<b>Antragsteller / Applicant</b>	<b>Professor Dr. Christoph Neinhuis</b> Technische Universität Dresden Institut für Botanik Dresden
<b>Geschäftszeichen / Reference No.</b>	<b>RO 3250/24-1</b>
<b>Antragstellerin / Applicant</b>	<b>Privatdozentin Dr. Anita Roth-Nebelsick</b> Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart - Zentrum für Biodiversitätsforschung Stuttgart

**Beantragte Mittel / Budget Request:**

	<b>Beantragt / Requested</b>		
<b>Dauer [Monate] / Duration [Months]</b>	<b>36</b>		
<b>BU 2711/2-1</b>			
<b>Summe / Total [Euro]</b>	<b>97.716</b>		
<b>Dr. Claus Burkhardt</b>			
	<b>Anz. / No.</b>	<b>Dauer / Duration</b>	<b>Euro</b>
<b>Personalmittel / Funding for Staff</b>			<b>82.176</b>
Doktorandin/Doktorand und Vergleichbare 37 % / Doctoral Researcher or Comparable 37 %	1	36	71.600
Hilfskräfte / Support Staff			10.576
<b>Sachmittel / Direct Project Costs</b>			<b>15.540</b>
Reisen / Travel			6.340
Sonstiges / Other			9.200
<b>KO 2881/3-1</b>			
<b>Summe / Total [Euro]</b>	<b>13.120</b>		
<b>Privatdozent Dr. Wilfried Konrad</b>			
	<b>Anz. / No.</b>	<b>Dauer / Duration</b>	<b>Euro</b>
<b>Sachmittel / Direct Project Costs</b>			<b>13.120</b>
Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables			5.400
Reisen / Travel			7.720
<b>NE 681/15-1</b>			
<b>Summe / Total [Euro]</b>	<b>172.650</b>		
<b>Professor Dr. Christoph Neinhuis</b>			
	<b>Anz. / No.</b>	<b>Dauer / Duration</b>	<b>Euro</b>
<b>Personalmittel / Funding for Staff</b>			<b>164.930</b>
Doktorandin/Doktorand und Vergleichbare 75 % / Doctoral Researcher or Comparable 75 %	1	36	145.100
Hilfskräfte / Support Staff			19.830
<b>Sachmittel / Direct Project Costs</b>			<b>7.720</b>
Reisen / Travel			7.720
<b>RO 3250/24-1</b>			
<b>Summe / Total [Euro]</b>	<b>95.832</b>		
<b>Privatdozentin Dr. Anita Roth-Nebelsick</b>			

	Anz. / No.	Dauer / Duration	Euro
<b>Personalmittel / Funding for Staff</b>			<b>81.432</b>
Doktorandin/Doktorand und Vergleichbare 38 % / Doctoral Researcher or Comparable 38 %	1	36	73.500
Hilfskräfte / Support Staff			7.932
<b>Sachmittel / Direct Project Costs</b>			<b>14.400</b>
Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables			5.300
Reisen / Travel			9.100
<b>Gesamtsumme / Total</b>			<b>379.318</b>

**Bewilligungen der letzten vier Jahre zu anderen Projekten (seit 15.10.2014 ) /  
DFG Project Funding Over the Last Four Years (since 15.10.2014):**

Datum / Date Gz / Ref		Euro
	<b>Privatdozentin Dr. Anita Roth-Nebelsick</b>	<b>146.800</b>
06.06.2018 INST 41/907-2	SFB/Transregio: Einzelantrag / CRC/Transregio: Individual Proposal Modellierung und Simulation poröser pflanzlicher Gewebe unter Frost- und Kondensierung / Experimental-based modelling and simulation of porous plant tissues under frost and condensation conditions	106.900
06.06.2018 INST 41/923-2	SFB/Transregio: Öffentlichkeitsarbeit / CRC/Transregio: Public Relations Projekt Öffentlichkeitsarbeit / Public relations project	39.900

**Zusammenfassung**

Der Wassertransport in Pflanzen wird durch Verdunstung an den Blättern angetrieben. Das Wasser wird daher nicht aufwärts „gepumpt“ sondern nach oben „gezogen“. Dadurch entsteht ein negativer Druck in den Leitbahnen: das Wasser befindet sich unter Zugspannung und daher in einem (thermodynamisch) metastabilen Zustand. Zur Vermeidung von Blockaden durch Embolie existieren Mechanismen, die auf Interaktionen zwischen Gasblasen, Wasser und flexiblen Strukturen der Leitbahnen basieren. Die Leitbahnen werden von toten Zellen gebildet und weisen typischerweise einen Durchmesser von etwa 20 – 250 µm auf, sowie Längen von einigen Zentimetern bis in den Meterbereich. Verbunden sind die Leitbahnen durch spezielle Poren, sog. Tüpfel, die für den Erhalt der Funktionalität der Leitbahnen eine entscheidende Rolle spielen. Die Tüpfel weisen eine spezielle Struktur auf, u.a. eine nanoporöse flexible Tüpfelmembran, durch die der Wasseraustausch zwischen benachbarten Gefäßen erfolgt. Diese Tüpfelmembran interagiert in dynamischer Weise mit Mikroblasen. Ziel dieses Projektes ist es, die Grenzflächenprozesse an dieser Membran zu analysieren, die in entscheidender Weise an der Funktionalität dieses einzigartigen biologischen Transportmechanismus beteiligt sind, und für den es bis jetzt kein technisches Äquivalent gibt. Insbesondere sollen die Flexibilität des Tüpfelapparates und seine Bedeutung für die Grenzflächeninteraktionen im Fokus stehen. Kombiniert werden theoretische Ansätze aus der Differentialgeometrie und Visko-Elastizität mit experimentellen Untersuchungen, um relevante Details der Tüpfelstruktur zu klären. Hierfür werden u.a. eine Kombination von Cryo-SEM (Cryo-Scanning Electron Microscopy) und focused ion beam (FIB) angewendet werden. Das Projekt verfolgt zwei Ziele: 1) Eine detaillierte Analyse der 3-Phasen-Interaktionen (2 Fluide – Gas und Wasser – die Grenzflächen mit flexiblen Komponenten des Tüpfelapparates bilden). 2) Es soll ein entscheidender Beitrag zum Verständnis der physikalischen Grundlagen dieses speziellen

Transportmechanismus geleistet werden, mit Relevanz über die Biologie hinaus.

## Summary

Water transport in plants is based on the gradient of chemical potential caused by the transpirational water loss at the leaves: water is thus not “pumped” but rather “pulled” upwards. Accordingly, the water inside the conduits is under tension, i.e. negative pressure. Land plants therefore rely on a water transport principle, which causes the water to be in a (thermodynamically) metastable state.

To avoid and/or repair embolism (blockage by gas bubbles), various mechanisms exist which comprise interactions between gas bubbles, water and flexible conduit wall structures. The conduits for water transport consist of dead cells showing typical diameters of about 20-250  $\mu\text{m}$  and lengths varying from a few centimeters to some meters. The conduits are interconnected by pores of a few micrometers in diameter, termed pits which show a characteristic structure, being similar to two funnels put together at their wide ends and separated by a pit membrane. The pit membrane, a compound material consisting of a flexible cellulosic nanofibril network, is able to interact with interfaces of gas microbubbles. We aim at analysing these dynamic interactions at the interface to understand the underlying physical processes which are crucial for maintaining the functionality of this unique metastable transport system that has no technical equivalent so far. Until now, analyses of interactions between bubbles and pit structures neglected the flexibility of some of its parts although the tissue must be able to support pressure differences of several megapascal across the gas-water interface in case of embolism. To unravel the interdependencies between structure and interfaces, mathematical methods such as differential geometry or visco-elasticity will be applied. These will be combined with novel methods of interface and microstructure analytics to clarify structural details of the pit apparatus which are crucial for dynamic interactions at the interface. We will apply Cryo-SEM, combined with the focused ion beam (FIB) technique to detect the detailed arrangement and nature of the cellulosic network and other components, as well as water-gas bubble appearance and impact at the interface. The project pursues two objectives: 1) To address problems related to the physics of three-phase-interactions (two fluids – gas and water – forming interfaces which are attached to flexible, solid parts of the conduit) and 2) to contribute to the understanding of the physical processes enabling the unique water transport system of plants with consequences beyond biology.

## Bemerkung der Geschäftsstelle / Comment by the DFG Head Office

Bei Dr. Wilfried Konrad liegt ein befristeter Arbeitsvertrag vor, der am 30.09.2021 ausläuft. Eine Weiterbeschäftigung ist beabsichtigt.  
The applicant's (Dr. Wilfried Konrad) fixed-term contract will expire on 30.09.2021. A continued employment is intended.