Preisverleihung 2012

STIFTUNG PROFESSOR DR. MAX CLOËTTA

Heft Nr. 40

Prof. Dr. Olaf Blanke
«Brain Mechanisms of Bodily Self-Consciousness and Subjectivity: Review and Outlook»

STIFTUNG
PROFESSOR DR. MAX CLOËTTA

Neununddreissigste Preisverleihung

16. November 2012
Lausanne

Heft Nr. 40 der Schriftenreihe
Stiftung Professor Dr. Max Cloëtta
Schaffhauserstrasse 43, Postfach, 8042 Zürich
Telefon 044 350 44 35
Telefax 044 350 44 32
E-Mail cloetta@stiftung.ch
www.cloetta-stiftung.ch

INHALT

Vorwort des Präsidenten des Stiftungsrates und der Geschäftsführerin der Stiftung Prof. Dr. Max Cloëtta 5

Urkunde für Prof. Dr. Olaf Blanke 11

Kurzbiographie von Prof. Dr. Olaf Blanke 13

Festvortrag von Prof. Dr. Olaf Blanke
Brain mechanisms of bodily self-consciousness and subjectivity: Review and outlook 15

Informationen über die Stiftung Prof. Dr. Max Cloëtta 30

Übersicht über die bisher erschienenen Publikationen der Schriftenreihe Stiftung Professor Dr. Max Cloëtta 32

Ehrentafel der Preisträger 41

VORWORT

Prof. Dr. med. Adriano Fontana
Präsident des Stiftungsrates

Seit ihrer Gründung 1973 nimmt die Stiftung Professor Dr. Max Cloëtta eine wichtige Stelle in der Forschungslandschaft der Schweiz ein. In Zeiten finanzieller Enge beschloss die Stiftung als erste in der Schweiz, ein Nachwuchsförderungsprogramm aufzubauen, um vielversprechenden jungen Forschern den akademischen Weg zu ermöglichen. Ähnliche Programme schaffte in der Folge auch der Schweizerische Nationalfonds (SNF), welcher mit seinem START- und SCORE-Programm die sogenannte SNF-Förderprofessuren lancierte. Nicht einfach gestaltet sich das Finden geeigneter Kandidaten. Unter den Dutzenden von Bewerbern müssen die 2–3 besten Köpfe, welche kraft ihrer kreativen und intellektuellen Fähigkeiten, aber auch durch ihre Leidenschaft geeignet sind, neue Ideen zu entwickeln. Mit Zusprache der Cloëtta- oder SNF-Professuren wird den erfolgreichen Antragstellern eine Form von Freiheit geschenkt, auf welcher sich eine kreative Unrast entwickeln kann – weitgehend losgelöst von schwierig zu bewältigender Kliniktätigkeit, von Lehrverpflichtung und administrativen Aufgaben.

Risikofreier ist die von der Cloëtta-Stiftung seit 1974 alljährlich verliehene Auszeichnung einer exzellenten Forschungstätigkeit. In Absatz I von Art. 3 der Stiftungsurkunde wird die Verleihung des Cloëtta-Preises wie folgt umschrieben: «Persönlichkeiten, die sich in besonderer Weise um bestimmte Gebiete der medizinischen Forschung verdient gemacht haben». Wie ist diese Qualifikation erkennbar? Ausgezeichnet werden sollen Forschungspersönlichkeiten, deren Wirken zu Entdeckungen führte, welche die weitere Entwicklung eines Gebietes massgebend zu beeinflussen vermochten. Instrumente, welche vom *Institut for Scientific Information* ins Leben gerufen wurden, wie der Zitationsindex und die *Impact factors* von Wissenschaftszeitschriften, geben den nicht mit einem Gebiet vertrauten Kreisen wichtige Hinweise dazu. Die wissenschaftlichen Errungenschaften eines über viele Jahre tätigen Forschers

lassen sich jedenfalls risikofreier abschätzen als die Entwicklungsprognose eines jungen Forschers!

Bei allen neuen Entdeckungen stellt sich dem Entdecker, wie auch der Forschergemeinschaft, die Frage «ist es wahr»? Stimmen die Messresultate, sitzen wir Artefakten auf, hat sich der Traum, das Gesuchte gefunden zu haben, tatsächlich erfüllt? Ein Beispiel dazu sind die Higgs-Teilchen, welche zu entdecken einem internationalen Team im CERN geglückt ist. Weiterführende Experimente werden den letzten Beweis dafür noch erbringen (müssen). Die Frage ist: Reicht bereits eine hervorragende Idee, um zu Anerkennung zu gelangen und ausgezeichnet zu werden? Und gilt, was Margarete Mitscherlich einmal sagte: «Lieber gross geirrt als langweilig recht behalten!», oder braucht es das herausragende und bestätigte Resultat?

Mit dem diesjährigen Preisträger, Prof. Olaf Blanke, werden eine Idee, ein Resultat und eine neue Forschungsrichtung ausgezeichnet: Die ausserkörperliche Erfahrung – und wie sich diese manipulieren lässt! Prof. Olaf Blanke wird uns in dieser Festschrift in seine faszinierende Welt einführen und über seine Entdeckungen berichten.

Prof. Dr. med. Adriano Fontana

Brigitt Küttel
Geschäftsführerin

Stiftungsrat

Die weltweite Finanzkrise geht auch an der Stiftung Prof. Dr. Max Cloëtta, die ihre Aktivitäten seit ihrer Errichtung 1973 aus den Erträgen ihres Vermögens finanzieren konnte, nicht spurlos vorbei. Stiftungsrat und Geschäftsleitung sind gezwungen, die Ausgaben zu reduzieren und für die Finanzierung der Programme der Stiftung neue Quellen zu erschliessen. Die Anzahl der durch die Stiftung finanzierten Forschungsstellen musste schon vor einigen Jahren herabgesetzt werden. Auch der Entscheid des Stiftungsrates von 2011, statt bisher zwei nur noch einen Cloëtta-Preis zu vergeben, ist in diesem Kontext zu sehen. 2012 kam als weitere Folge dazu, dass die Stiftung schweren Herzens und hoffentlich nur vorübergehend darauf verzichtet, sich am MD/PhD-Programm der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften SAMW zu beteiligen.

Nicht nur, aber auch aus diesem Grund freut es uns ganz besonders, dass wir für die Ergänzungswahlen in den Stiftungsrat zwei ausgewiesene Finanzfachleute gewinnen konnten. Dr. Peter F. Weibel ist Präsident der UZH Foundation, der Stiftung der Universität Zürich. Von 2003 bis 2012 gehörte er dem Verwaltungsrat der Credit Suisse an. Von 1988 bis 2003 war er CEO von PricewaterhouseCoopers Schweiz und von 1975 bis 1987 Direktor der UBS. Er promovierte als Betriebswirtschafter an der Universität Zürich. Hans-Georg Syz-Witmer ist Verwaltungsratspräsident der Maerki Baumann Holding AG, einem inhabergeführten Familienunternehmen, zu dem u.a. zwei Privatbanken gehören. Daneben hat er verschiedene Verwaltungs- und Stiftungsratsmandate inne.

Wir heissen die beiden Herren herzlich willkommen und danken Ihnen für ihren engagierten und ehrenamtlichen Einsatz zugunsten unserer Stiftung.

Cloëtta-Preis

Bereits zum zweiten Mal findet die Preisverleihung des Cloëtta-Preises nicht in Zürich, sondern an der Heimuniversität des Preisträgers statt. Wir sind über diese Neuerung sehr glücklich und sehen den Zweck erfüllt, die Stiftung näher an die Universitäten und damit an die Forschenden zu bringen. 2012 wird Prof. Olaf Blanke, Inhaber des Bertarelli Foundation Lehrstuhls für Kognitive Neuroprosthetik und Direktor des Zentrums für Neuroprosthetik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne (EPFL) sowie Neurologe an der Universitätsklinik Genf, für seine herausragenden Arbeiten im Bereich der neurowissenschaftlichen Erforschung des menschlichen Ichbewusstseins sowie der Subjektivität mit dem renommierten Preis unserer Stiftung ausgezeichnet. Unser grosser Dank gilt Prof. Bernard Thorens, dem Vertreter der Université de Lausanne in unserem Stiftungsrat, sowie den Vertreterinnen und Vertretern des EPFL für die tatkräftige Unterstützung bei der Organisation der Feier.

Forschungsstellen

Das Forschungsstellenprogramm ist für die Stiftung Prof. Dr. Max Cloëtta – und für den akademischen Mittelbau in der Schweiz – von grosser Bedeutung. Finanziert werden Stellen an schweizerischen Hochschulen, Kliniken oder Instituten für bereits ausgebildete und selbstständig arbeitende Forscherinnen und Forscher bis max. 40 Jahre. Mit diesem Programm will die Stiftung einem Mangel an Forschernachwuchs in der Schweiz entgegenwirken und den Stelleninhabern helfen, die manchmal nicht einfache Phase bis zur Berufung auf eine ordentliche Professur zu überbrücken. Die Stipendien werden alle zwei Jahre vergeben.

Im Jahr 2012 finanzierte die Stiftung Professor Dr. Max Cloëtta folgende vier Forscher an Schweizer Universitäten mit fünf- resp. zweijährigen Grants:
Dr. Rajesh Jayachandran: Biozentrum der Universität Basel. Projekt: Role for Coronin 1 signaling in the development of autoimmunity and T cell mediated disorders. Unterstützungsdauer 1.7.2011–30.6.2016.

Dr. Daniel Fuster. Universität Bern, Institut für Biochemie und Molekulare Medizin. Projekt: Novel mammalian sodium/hydrogen exchanger family NHA – a quest for biological function. Unterstützungsdauer 1.6.2008–31.5.2014.
Dr. Benjamin Marsland. Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, Service de pneumologie. Projekt: Innate and adaptive immune responses in the lung: implications for protective immunity. Unterstützungsdauer 1.7.2009–30.6.2014.
Dr. Jean-Marc Waldburger. Laboratoire de Rhumatologie, Département de Pathologie et Immunologie, Centre Médical Universitaire Genève. Projekt: The role of store operated calcium entry in arthritis. Unterstützungsdauer 1.12.2011–30.11.2013.

Klinische Medizin Plus

Seit 2010 vergibt die Stiftung Prof. Dr. Max Cloëtta in Zusammenarbeit mit der Uniscientia-Stiftung, Vaduz, Stipendien «Klinische Medizin Plus». Medizinerinnen und Medizinern werden während oder unmittelbar nach Abschluss der Facharztausbildung Stipendien von drei bis max. zwölf Monaten für die Absolvierung einer Spezialausbildung an einer renommierten, vornehmlich ausländischen Institution ausgerichtet. Erfreulicherweise konnte der Vertrag mit der Uniscientia-Stiftung bis 2015 verlängert werden. Die Ausschreibung 2012 wurde im Herbst lanciert, die Stipendiaten werden Ende Jahr bekannt sein.

2012 wurden folgende Forscher unterstützt:
Dr. Michael Liebrenz, 1978. Oberarzt. Psychiatrische Universitätsklinik Zürich. Fellowship in Forensic Psychiatry am Dept of Psychiatry, Columbia University, New York, USA, 7.2012–6.2013.
Dr. Tobias Reichlin, 1979, Assistenzarzt, Universitätsspital Basel, Abt. für Kardiologie. Projekt: Characterization of the epicardial substrate for ventricular arrhythmias an der Harvard Medical School, Brigham and Woman Hospital Boston, USA, 1.7.2011–30.6.2012.
Dr. Mira Katan, 1977, Reseach Fellow Columbia University, New York. Projekt: Neuroendokrine und inflammatorische Serum Biomarker für die

Risikostratifizierung beim ischämischen Schlaganfall in verschiedenen Schlaganfall Cohorten. Ausbildungsziel: Master of Science in Epidemiologie und Biostatistik, an der Division of Stroke, Neurological Institute der Columbia University, New York, USA, 6.2011–5.2012.
Dr. Navarini Alexander, 1976. Oberarzt, Dermatologische Klinik, Universitätsspital Zürich. Projekt: Funktionelle Evaluation einer neu identifizierten Mutation im IL36RN Gen bei der schweren generalisierten pustulösen Psoriasis am King's College, Division of Genetics and molecular medicine St. John's Institute, London, UK, 1.4.2012–31.3.2013
Dr. Irene A. Burger, Assistenzärztin, Nuklearmedzin Universitätsspital Zürich. Projekt: gynäkologischen Bildgebung: Verbesserung der Diagnostik für Cervix, Ovarial- und Uteruskarzinome, am Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, Dept.of Radiology, New York, USA, 1.10.2011–30.9.2012

Website

2012 wurde nach intensiven Vorarbeiten die neue Website der Stiftung aufgeschaltet. Wir freuen uns über den modernen Auftritt der Stiftung, der interessierten Forscherinnen und Forschern jederzeit einen aktuellen Überblick über die Programme und Angebote der Stiftung gibt. Dank der guten Zusammenarbeit mit einem jungen Grafiker, welcher der Stiftung als Non-Profit-Organisation preislich entgegen kam, konnte dieses Projekt sehr kostengünstig realisiert werden.

Zusammen mit dem ganzen Team der Geschäftsstelle freue ich mich, die Stiftung Prof. Dr. Max Cloëtta in eine aktive Zukunft für die Förderung der medizinischen Forschung in der Schweiz begleiten zu dürfen. Dem Stiftungsrat, unseren Stipendiatinnen und Stipendiaten und den medizinischen Fakultäten danke ich herzlich für die jederzeit sehr angenehme Zusammenarbeit.

LE PRIX CLOËTTA 2012
EST DÉCERNÉ À

MONSIEUR LE PROFESSEUR

OLAF BLANKE

NÉ EN 1969, DE MINDEN (ALLEMAGNE)
DIRECTEUR DU CENTRE DE NEUROPROTHÈSES À L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE,
TITULAIRE DE LA CHAIRE FONDATION BERTARELLI EN NEUROPROTHÈSES COGNITIVES,
NEUROLOGUE CONSULTANT ET CHARGÉ DE COURS À L'HÔPITAL UNIVERSITAIRE DE GENÈVE,
POUR SES TRAVAUX ORIGINAUX DANS LE DOMAINE DES NEUROSCIENCES COGNITIVES SUR LA PERCEPTION ET LA CONSCIENCE DE SOI.

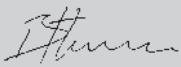
LAUSANNE, LE 16 NOVEMBRE 2012

AU NOM DU CONSEIL DE FONDATION:

LE PRÉSIDENT

LE VICE-PRÉSIDENT

UN MEMBRE



Prof. Dr. Olaf Blanke

BIOGRAPHY

Olaf Blanke, born 1969 in Minden (Germany), is director of the Center for Neuroprosthetics at the Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), holds the Bertarelli Foundation Chair in Cognitive Neuroprosthetics, and is consultant neurologist at the Department of Neurology (Geneva University Hospital). He studied Medicine in Münster, Berlin, and Paris and received his PhD in neurophysiology from the Free University of Berlin. Blanke received his training in clinical neurology at Geneva University Hospital, specializing in behavioral neurology, epileptology, and clinical electrophysiology. In 2004, he founded the Laboratory of Cognitive Neuroscience at EPFL. Blanke's research targets the brain mechanisms of body perception, corporeal awareness and self-consciousness, applying paradigms from cognitive science, neuroscience, neuroimaging, robotics, and virtual reality in healthy subjects and neurological patients. His two main goals are to understand and control neural own body representations to develop a neurobiological model of self-consciousness and to apply these findings in neuro-rehabilitation and in the emerging fields of cognitive neuroprosthetics and human-computer confluence. Olaf Blanke has received the Pfizer Prize in 2004 and in 2006 the Robert Bing Prize from the Swiss Academy of Medical Sciences.

SELECTED PUBLICATIONS

1. Blanke O, Ortigue S, Landis T, Seeck M. (2002) Stimulating illusory own-body perceptions. ***Nature*** 419: 269–270.

2. Ducommun C, Michel CM, Clarke S, Adriani M, Seeck M, Landis T, Blanke O. (2004) Cortical motion deafness. ***Neuron*** 43: 765–777.

3. Blanke O, Spinelli L, Landis T, Seeck M (2004) Out-of-body experience and autoscopy of neurological origin. ***Brain*** 127: 243–258.

4. Arzy S, Seeck M, Spinelli L, Ortigue S, Blanke O. (2006) Induction of an illusory shadow person. ***Nature*** 443: 287.

5. Arzy S, Thut G, Mohr C, Michel CM, Blanke O (2006) Neural correlates of embodiment. Distinct contributions of temporo-parietal junction and extrastriate body area. ***Journal of Neuroscience*** 26: 8074–8081.

6. Lenggenhager B, Tadi T, Metzinger T, Blanke O. (2007) Video ergo sum. Manipulating bodily self-consciousness. ***Science*** 317: 1096–1099.

7. Dieguez S, Mercier MM, Newby N, Blanke O (2009) Numbness for somebody else's finger. ***Current Biology*** 19: R1108–1109.

8. Blanke O, Metzinger T (2009) Full-body illusions and minimal phenomenal selfhood. ***Trends in Cognitive Science*** 13: 7–13.

9. Ionta S, Heydrich L, Lenggenhager B, Mouthon M, Gassert R, Blanke O (2011) Temporo-parietal cortex encodes self-location and first-person perspective. ***Neuron*** 70: 363–374.

10. Blanke O (2012) Multisensory brain mechanisms of bodily self-consciousness. ***Nature Reviews Neuroscience*** 13: 556–571.

BRAIN MECHANISMS OF BODILY SELF-CONSCIOUSNESS AND SUBJECTIVITY: REVIEW AND OUTLOOK

Olaf Blanke

Bertarelli Foundation Chair in Cognitive Neuroprosthetics
Laboratory of Cognitive Neuroscience

Center for Neuroprosthetics & Brain Mind Institute
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland

Department of Neurology, University Hospital, Geneva, Switzerland

Abstract

Recent data that have linked self-consciousness to the processing of multisensory bodily signals in human temporo-parietal and premotor cortex. Studies in which subjects receive ambiguous multisensory information about the location and appearance of their own body have shown that activity in these brain areas reflects the conscious experience of identifying with the body (self-identification), the experience of where «I» am in space (self-location), and the experience of the perspective from where «I» perceive the world (first-person perspective). These findings may form the basis for a neurobiological model of self-consciousness. In the conclusion I highlight other domains of cognitive neuroscience that are of relevance for understanding higher-order forms of self-consciousness and the relevance of these findings for cognitive neuroprosthetics.

Introduction

Human adults experience a «real me» that «resides in my body» and is the subject or «I» of experience and thought. This is self-consciousness, the feeling that conscious experiences are bound to the self and belong to «somebody». It is this unitary entity, the «I», that is often considered to be one of the most astonishing features of the human mind. Recent approaches to investigate self-consciousness have targeted brain mechanisms that process bodily signals (i.e. bodily self-consciousness)[1-6,54]. The study of such bodily signals is complex as they are continuously present and updated and are conveyed by different senses as well as motor and visceral signals. Recent developments, however, using video, virtual reality and robotics technologies have allowed us to investigate the central mechanisms of bodily self-consciousness by providing subjects with ambiguous multisensory information about the location and appearance of their own body. In the present article I review three important aspects of bodily self-consciousness, how they relate to the processing of bodily signals, and which functional and neural mechanisms they may share: self-identification with the body (that is the experience of owning a body), self-location (that is the experience of where I am in space), and the first-person perspective (that is the experience from where I perceive the world).

Altered states of bodily self-consciousness

If you ever – while lying in bed and about to fall asleep – suddenly had the distinct impression of floating up near the ceiling and looking back down at your body on the bed, then it is likely that you had an out-of-body experience (OBE). Here is a description of an OBE by Sylvan Muldoon, one of the first authors to describe his own OBEs (and those of others) in great detail: «I was floating in the very air, rigidly horizontal, a few feet above the bed […] I was moving toward the ceiling, horizontal and powerless […] I managed to turn around and there […] was another «me» lying quietly upon the bed» (from Muldoon & Carrington «The projection of the astral body» 1929).

OBEs are not bizarre departures from normal human experience and more than a mere curiosity. They are, instead, selective disturbances of bodily self-consciousness and their study (and of related phenomena) has lead to insights into the bodily foundations of self-consciousness. Moreover, they have impacted experimental research in cognitive neuroscience. OBEs are striking phenomena because they challenge our everyday experience of the spatial unity of self and body: they challenge our experience of a «real me» that «resides» in my body and is the subject or «I» of experience and thought[8].

OBEs are not rare, have been reported since time immemorial, and have been estimated to occur in about 5% of the general population[8]. During an OBE, the subject has the subjective feeling of being awake and experiences the «self,» or center of awareness, as being located outside the physical body, at a somewhat elevated level (i.e. abnormal self-location). It is from this elevated extrapersonal location that the patient's body and the world are perceived (i.e. abnormal first-person perspective)[7-9]. During an OBE most subjects experience to see their own body as lying on the ground or in bed, and the experience tends to be described as vivid and realistic. Thus, self-identification with a body, that is the sensation of owning a body, is experienced at the elevated, disembodied location and not at the location of the physical body (i.e. abnormal self-identification). What causes this disunity between self and body and the changes in self-identification, self-location, and our everyday body-centered first-person perspective?

Neurology of out-of-body experiences

OBEs of neurological origin have been reported in patients suffering from many different etiologies[7-9], such as migraine [10], epilepsy[7,8,11], but also after focal electrical cortical stimulation[12,13], general anesthesia[14], typhoid fever[15], and spinal cord damage[16]. OBEs due to focal brain damage have allowed further insights and have linked OBEs with the right and left temporo-parietal junction (TPJ)[8,17,18], the precuneus[13], and fronto-temporal cortex. A recent lesion analysis in the to date largest sample of patients with OBEs due to focal brain damage, however, revealed a well-localized

origin at the junction of the right angular gyrus with the posterior superior temporal gyrus[19] (Figure 1).

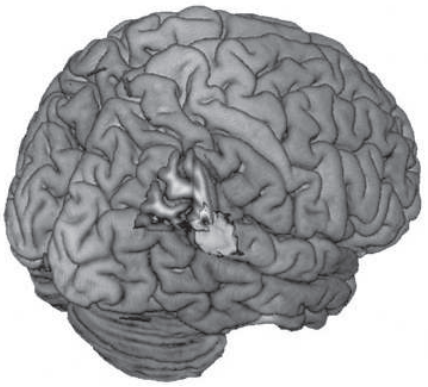


Figure 1: Brain mechanisms of self-location and first-person perspective
Location of brain damage associated with changes in self-location and the experienced direction of the first-person perspective in patients suffering from out-of-body experiences (reproduced with permission from Ionta et al., 2011).

Based on the frequent association of OBEs with visuo-somatosensory illusions, abnormal vestibular sensations[20,21], and the role of the TPJ in multisensory integration[22,23], it has been suggested that OBEs (and abnormal self-identification, self-location, and first-person perspective) occur due to disturbed multisensory integration of bodily signals in (peri) personal space (somatosensory, visual and proprioceptive signals) and extrapersonal space (visual and vestibular signals)[8,19].

Experimentally-induced altered states of self-consciousness: Video Ergo Sum

Recently these clinical insights have been combined with methods from cognitive neuroscience to study bodily self-consciousness. This line of research used video, virtual reality and/or robotic devices in combinations with neuroimaging. Several experimental procedures have been developed that employ various visuo-tactile and visuo-vestibular conflicts

to induce changes in self-location, self-identification and first-person perspective in healthy subjects[24-26]. In most such research paradigms, a tactile stroking stimulus is repeatedly applied to the back or chest of a participant who is being filmed and simultaneously views (through a head-mounted display [HMD]) the stroking of a human body in a real-time film or virtual-reality animation. The video camera was placed 2 m behind the person, filming the participant's back from behind (Figure 2). Thus, participants viewed a video image of their body (the «virtual body») from an «outside», third-person perspective[26] while an experimenter stroked their back with a stick. The stroking was thus felt by the participants on their back and also seen on the back of the virtual body. The HMD displayed the stroking of the virtual body either in real time or not (using an online video-delay or offline pre-recorded data), generating synchronous and asynchronous visuo-tactile stimulation, respectively.

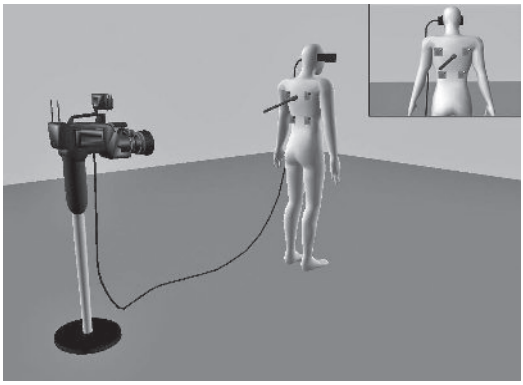


Figure 2: Video Ergo Sum
Depiction of the experimental setup using video and visuo-tactile mismatch to induce changes in self-identification, self-location and first-person perspective.

Under these conditions subjects self-identified with the seen virtual body (hence: Video ergo sum) and such illusory self-identification with the virtual body was stronger during synchronous than during asynchronous stroking conditions[26] (for a similar approach see[24]). Self-location was measured by passively displacing the body of the blindfolded subject af-

ter the stroking period and then asking her to walk back to the original position. As predicted, self-location was experienced at a position that was closer to the virtual body, as if subjects were located «in front» of the position where they had been standing during the experiment (or as if they were located «out-of-the-body») [26]. Later work confirmed that self-location towards and self-identification with the virtual body are strongly and systematically influenced by different visuo-tactile conflicts and can also be achieved these changes in the supine position[25,27]. Moreover, self-identification and self-location are also associated with physiological (i.e. skin conductance response to a threat directed towards the virtual body[24]) and nociceptive changes (i.e. pain thresholds are elevated during the full body illusion[28]).

Multisensory brain mechanisms

Concerning self-identification, a comprehensive fMRI study[27] of a full-body illusion reported that self-identification with a virtual body is associated with activity in bilateral ventral premotor cortex, left posterior parietal cortex, and the left putamen (Figure 3A). The activity in these three regions was enhanced by visuo-tactile stimulation. Another fMRI study[25] found that self-identification with a virtual body is associated with activation in the right middle-inferior temporal cortex (partially overlapping with the extrastriate body area [EBA]) (Figure 3A), a region that is like premotor and posterior parietal cortex involved in the multisensory processing of human bodies[29-32].

These former experimental procedures were able to induce changes in self-identification, but did not report changes in self-location and the first-person perspective that are a crucial aspect of bodily self-consciousness and prominently altered in an out-of-body experience. Using fMRI and robotics (while participants were in a supine position and viewed a virtual body that was filmed from an elevated position) a recent fMRI study[25] was able to experimentally manipulate also these two aspects. Thus, despite identical visuo-tactile stimulation, half of the participants experienced looking upward towards the virtual body (Up-group), and half experienced looking down on the virtual body (Down-group) and these perspectival changes were associated with consistent changes in self-lo-

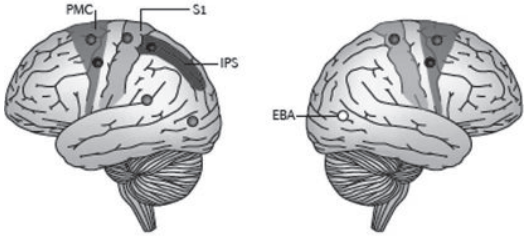


Figure 3A: Brain mechanisms of self-identification
Location of brain activity during experimentally- and neurologically-induced changes in self-identification. Note the involvement of premotor cortex (PMC, brown), primary somatosensory cortex (S1), posterior parietal cortex (IPS, purple), the temporo-parietal and the occipito-temporal cortex of both hemispheres. The location of the small circles indicates location of brain activation in different brain imaging studies (reproduced with permission from Blanke, 2012).

cation in both groups[25]. These data show that self-location depends on visuo-tactile stimulation and on the experienced direction of the first-person perspective and that different multisensory mechanisms underlie self-location versus self-identification (the latter was independent on the first-person perspective). Changes in self-location and the first-person perspective were reflected in activity at the TPJ bilaterally[25], peaking in the posterior superior temporal gyri (Figure 3B).

Based on these findings it has been argued that self-location and the first-person perspective may be caused by visuo-vestibular mechanisms, because in the study by Ionta et al.[25] participants viewed a visual image on the HMD that contained a conflict between the visual gravitational cues of the virtual body and the vestibular gravitational cues of the participant's physical body. Blanke (2012) argued that this probably caused the observed differences in the experienced direction of the first-person perspective, with participants from the Up-group relying more strongly on vestibular cues from the physical body (indicating downward gravity directed towards the physical body) than on visual gravitational cues from the virtual body (indicating downward gravity directed away from the physical body), whereas participants from the Down-group show the opposite pattern. This is compatible with interindividual differences

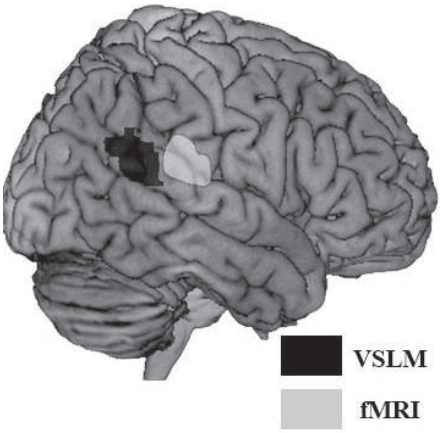


Figure 3B: Brain mechanisms of self-location and first-person perspective
Location of brain activity during experimentally-induced changes in self-location and the experienced direction of the first-person perspective (grey area) and location of brain damage associated with neurologically-induced changes in self-location and the experienced direction of the first-person perspective in patients suffering from out-of-body experiences (black area). Note the anatomical proximity of these clinically and experimentally defined brain mechanisms of bodily self-consciousness at the right temporo-parietal junction (reproduced with permission from Ionta et al., 2011).

in visuo-vestibular integration[33-36], subjects with OBEs and so-called inversion illusions. More work on visuo-vestibular integration and its relevance for bodily self-consciousness is ongoing.

Conclusions

The «I» of conscious experience is one of the most astonishing features of the human mind. The reviewed neuroscientific investigations of self-identification, self-location and first-person perspective have described some of the multisensory brain processes that may give rise to bodily self-consciousness. As argued elsewhere[1], these three aspects are the necessary constituents of the simplest form of self-consciousness that arises when the brain encodes the origin of the first-person perspective from within a spatial frame of reference (i.e. self-location) associated with self-identification. The present data highlight the primary role of the tem-

poro-parietal cortex in bodily self-consciousness as informed by multisensory and vestibular signals. Self-identification depends on somatosensory and visual signals and involves bimodal visuo-tactile neurons, whereas self-location and the first-person perspective depend on the integration of these bodily signals with vestibular cues, in trimodal visuo-tactile-vestibular neurons. These differences between self-identification versus self-location and first-person perspective are corroborated by neuroimaging and neurological data, showing that self-identification recruits primarily bilateral premotor and parietal regions, whereas self-location and the first-person perspective recruit posterior parietal-TPJ regions with a right hemispheric predominance.

These recent data extend other prominent proposals concerning the neural basis of bodily self-consciousness that have highlighted brain processes related to internal states of the body, such as interoceptive and homeostatic systems (e.g. the heartbeat) as important signals, and that have highlighted the contribution of either the insula[37] or the posterior medial parietal cortex[38,39]. Ongoing research explores the interactions between exteroceptive bodily signals (which the present review focused on) and interoceptive and sensorimotor signals[5,40]. Recent results confirm that both types of bodily signals (extero- and interoceptive signals) are of relevance for self-consciousness and should despite their neuroanatomical differences be considered as a single system. These more recent findings also highlight the role of emotional mechanisms related to self-identification[41].

Cognitive psychologists and neuroscientists have studied many different aspects of the self-related for example to language and memory (i.e.[2,4,5,42-51]). Along this line, mechanisms of bodily self-consciousness overlap with self-related processes such as perceptual and imagined viewpoint changes[51], theory-of-mind, mentalizing[52], empathy, and egocentric perspective taking. It will also be an exciting endeavour to better understand how the reviewed brain mechanisms on bodily self-consciousness are linked to language (i.e.[53,54]) and to memory and future prediction[39] (see also[55,56]), as the latter functions have been prominently linked to so-called higher-order forms of self-consciousness, such as «narrative» and «extended» self-consciousness and personhood.

Recent advances in virtual reality and robotics are also opening novel avenues for treatment and human enhancement of sensorimotor and cognitive functions. Virtual reality has already played an important role in augmenting cognition, assisting motor rehabilitation, and as an effective treatment in anxiety and specific phobias[57,58]. These treatments may be complemented and improved by including automatized manipulations of illusory hand ownership, self-location and self-identification. Diagnosis and treatments of other medical conditions such as pain syndromes[28,59] and inflammation[60] may also benefit from artificially induced changes in hand ownership, self-location and self-identification. Finally, the manipulation of bodily self-consciousness may generate and enhance bodily feelings for de-afferented body parts in patients with tetra- and paraplegia following spinal cord injury. Recent work in amputee patients – initiated by Ramachandran and colleagues[61] – has already explored these possibilities for the design of future artificial limbs[62,63]. Patients with medical conditions such as para- and tetraplegia as well as limb amputation may profit in the future from automatized procedures to enhance or augment artificial bodies allowing them not only to move, but also to feel the «digital body» as their own body[64-67].

Acknowledgements

Supported by the Bertarelli Foundation, the Swiss National Science Foundation, and the European Science Foundation. I am grateful to Christian Pfeiffer, Bruno Herbelin, Shahar Arzy, Bigna Lenggenhager, Tej Tadi, Christophe Lopez, Jane Aspell, Silvio Ionta, and Lukas Heydrich for many discussions and their valuable critiques.

REFERENCES

1 Blanke, O. & Metzinger, T. Full-body illusions and minimal phenomenal selfhood. *Trends Cogn Sci* **13**, 7–13, (2009).

2 Christoff, K., Cosmelli, D., Legrand, D. & Thompson, E. Specifying the self for cognitive neuroscience. *Trends Cogn Sci* **15**, 104–112, (2011).

3 de Vignemont, F. Embodiment, ownership and disownership. *Conscious Cogn* **20**, 82–93, (2011).

4 Jeannerod, M. The mechanism of self-recognition in humans. *Behav Brain Res* **142**, 1–15 (2003).

5 Knoblich, G. Self-recognition: body and action. *Trends Cogn Sci* **6**, 447–449 (2002).

6 Legrand, D. Pre-reflective self-as-subject from experiential and empirical perspectives. *Conscious Cogn* **16**, 583–599, (2007).

7 Devinsky, O., Feldmann, E., Burrowes, K. & Bromfield, E. Autoscopic phenomena with seizures. *Arch Neurol* **46**, 1080–1088 (1989).

8 Blanke, O., Landis, T., Spinelli, L. & Seeck, M. Out-of-body experience and autoscopy of neurological origin. *Brain* **127**, 243–258, (2004).

9 Brugger, P. Reflective mirrors: perspective-taking in autoscopic phenomena. *Cogn Neuropsychiatry* **7**, 179–194, (2002).

10 Lippman, C. W. Hallucinations of physical duality in migraine. *J Nerv Ment Dis* **117**, 345–350 (1953).

11 Heydrich, L., Lopez, C., Seeck, M. & Blanke, O. Partial and full own-body illusions of epileptic origin in a child with right temporoparietal epilepsy. *Epilepsy & Behavior* **20**, 583–586 (2011).

12 Blanke, O., Ortigue, S., Landis, T. & Seeck, M. Stimulating illusory own-body perceptions. *Nature* **419**, 269–270, (2002).

13 De Ridder, D., Van Laere, K., Dupont, P., Menovsky, T. & Van de Heyning, P. Visualizing out-of-body experience in the brain. *N Engl J Med* **357**, 1829–1833, (2007).

14 Lopez, U., Forster, A., Annoni, J. M., Habre, W. & Iselin-Chaves, I. A. Near-death experience in a boy undergoing uneventful elective surgery under general anesthesia. *Paediatr Anaesth* **16**, 85–88, (2006).

15 Menninger-Lerchenthal, E. *Der eigene Doppelgänger*. (Huber, 1946).

16 Overney, L. S., Arzy, S. & Blanke, O. Deficient mental own-body imagery in a neurological patient with out-of-body experiences due to cannabis use. *Cortex* **45**, 228–235, (2009).

17 Maillard, L., Vignal, J. P., Anxionnat, R. & Taillandier Vespignani, L. Semiologic value of ictal autoscopy. *Epilepsia* **45**, 391–394, (2004).

18 Brandt, C., Brechtelsbauer, D., Bien, C. G. & Reiners, K. [Out-of-body experience as possible seizure symptom in a patient with a right parietal lesion]. *Nervenarzt* **76**, 1259, 1261–1252, (2005).

19 Ionta, S. *et al.* Multisensory Mechanisms in Temporo-Parietal Cortex Support Self-Location and First-Person Perspective. *Neuron* **70**, 363–374 (2011).

20 Blanke, O. & Mohr, C. Out-of-body experience, heautoscopy, and autoscopic hallucination of neurological origin Implications for neurocognitive mechanisms of corporeal awareness and self-consciousness. *Brain Res Brain Res Rev* **50**, 184–199, (2005).

21 Lopez, C., Halje, P. & Blanke, O. Body ownership and embodiment: vestibular and multisensory mechanisms. *Neurophysiol Clin* **38**, 149–161, (2008).

22 Bremmer, F. *et al.* Polymodal motion processing in posterior parietal and premotor cortex: a human fMRI study strongly implies equivalencies between humans and monkeys. *Neuron* **29**, 287–296, (2001).

23 Calvert, G. A., Campbell, R. & Brammer, M. J. Evidence from functional magnetic resonance imaging of crossmodal binding in the human heteromodal cortex. *Curr Biol* **10**, 649–657, (2000).

24 Ehrsson, H. H. The experimental induction of out-of-body experiences. *Science* **317**, 1048, (2007).

25 Ionta, S. *et al.* Multisensory mechanisms in temporo-parietal cortex support self-location and first-person perspective. *Neuron* **70**, 363–374, (2011).

26 Lenggenhager, B., Tadi, T., Metzinger, T. & Blanke, O. Video ergo sum: manipulating bodily self-consciousness. *Science* **317**, 1096–1099, (2007).

27 Petkova, V. I. *et al.* From part- to whole-body ownership in the multisensory brain. *Curr Biol* **21**, 1118–1122, (2011).

28 Hansel, A., Lenggenhager, B., von Kanel, R., Curatolo, M. & Blanke, O. Seeing and identifying with a virtual body decreases pain perception. *Eur J Pain* **15**, 874–879, (2011).

29 Astafiev, S. V., Stanley, C. M., Shulman, G. L. & Corbetta, M. Extrastriate body area in human occipital cortex responds to the performance of motor actions. *Nat Neurosci* **7**, 542–548, (2004).

30 Downing, P. E., Jiang, Y., Shuman, M. & Kanwisher, N. A cortical area selective for visual processing of the human body. *Science* **293**, 2470–2473, (2001).

31 Grossman, E. D. & Blake, R. Brain Areas Active during Visual Perception of Biological Motion. *Neuron* **35**, 1167–1175 (2002).

32 Urgesi, C., Candidi, M., Ionta, S. & Aglioti, S. M. Representation of body identity and body actions in extrastriate body area and ventral premotor cortex. *Nat Neurosci* **10**, 30–31, (2007).

33 Golomer, E., Cremieux, J., Dupui, P., Isableu, B. & Ohlmann, T. Visual contribution to self-induced body sway frequencies and visual perception of male professional dancers. *Neurosci Lett* **267**, 189–192 (1999).

34 Isableu, B., Ohlmann, T., Cremieux, J. & Amblard, B. Selection of spatial frame of reference and postural control variability. *Exp Brain Res* **114**, 584–589 (1997).

35 Lopez, C., Lacour, M., Magnan, J. & Borel, L. Visual field dependence-independence before and after unilateral vestibular loss. *Neuroreport* **17**, 797–803, (2006).

36 Young, L. R., Oman, C. M., Watt, D. G., Money, K. E. & Lichtenberg, B. K. Spatial orientation in weightlessness and readaptation to earth's gravity. *Science* **225**, 205–208 (1984).

37 Craig, A. D. How do you feel – now? The anterior insula and human awareness. *Nat Rev Neurosci* **10**, 59–70, (2009).

38 Damasio, A. & Meyer, D. E. in *The neurology of consciousness* (eds S. Laureys & G. Tononi) 3–14 (Elsevier, 2009).

39 Damasio, A. R. *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness.*, (Harcourt Brace, 1999).

40 Pacherie, E. The phenomenology of action: a conceptual framework. *Cognition* **107**, 179–217, (2008).

41 Tsakiris, M., Tajadura-Jimenez, A. & Costantini, M. Just a heartbeat away from one's body: interoceptive sensitivity predicts malleability of body-representations. *Proc Biol Sci* **278**, 2470–2476, (2011).

42 Arzy, S., Thut, G., Mohr, C., Michel, C. M. & Blanke, O. Neural basis of embodiment: distinct contributions of temporoparietal junction and extrastriate body area. *J Neurosci* **26**, 8074–8081, (2006).

43 Esslen, M., Metzler, S., Pascual-Marqui, R. & Jancke, L. Pre-reflective and reflective self-reference: a spatiotemporal EEG analysis. *Neuroimage* **42**, 437–449, (2008).

44 Gillihan, S. J. & Farah, M. J. Is self special? A critical review of evidence from experimental psychology and cognitive neuroscience. *Psychol Bull* **131**, 76–97, (2005).

45 Heatherton, T. F. *et al.* Medial prefrontal activity differentiates self from close others. *Soc Cogn Affect Neurosci* **1**, 18–25, (2006).

46 Legrand, D. & Ruby, P. What is self-specific? Theoretical investigation and critical review of neuroimaging results. *Psychol Rev* **116**, 252–282, (2009).

47 Macrae, C. N., Moran, J. M., Heatherton, T. F., Banfield, J. F. & Kelley, W. M. Medial prefrontal activity predicts memory for self. *Cereb Cortex* **14**, 647–654, (2004).

48 Northoff, G. *et al.* Self-referential processing in our brain-a meta-analysis of imaging studies on the self. *Neuroimage* **31**, 440–457, (2006).

49 Perrin, F. *et al.* Neural mechanisms involved in the detection of our first name: a combined ERPs and PET study. *Neuropsychologia* **43**, 12–19, (2005).

50 Platek, S. M. *et al.* Neural substrates for functionally discriminating self-face from personally familiar faces. *Hum Brain Mapp* **27**, 91–98, (2006).

51 Vogeley, K. & Fink, G. R. Neural correlates of the first-person-perspective. *Trends Cogn Sci* **7**, 38–42 (2003).

52 Saxe, R., Moran, J. M., Scholz, J. & Gabrieli, J. Overlapping and non-overlapping brain regions for theory of mind and self reflection in individual subjects. *Soc Cogn Affect Neurosci* **1**, 229–234, (2006).

53 Dennett, D. C. *Consciousness explained.*, (Penguin Books, 1991).

54 Gazzaniga, M. S., LeDoux, J. E. & Wilson, D. H. Language, praxis, and the right hemisphere: clues to some mechanisms of consciousness. *Neurology* **27**, 1144–1147 (1977).

55 Arzy, S., Arzouan, Y., Adi-Japha, E., Solomon, S. & Blanke, O. The 'intrinsic' system

in the human cortex and self-projection: a data driven analysis. *Neuroreport* **21**, 569–574 (2010).

56 Arzy, S., Bick, A. & Blanke, O. Mental time in amnesia: evidence from bilateral medial temporal damage before and after recovery. *Cogn Neuropsychol* **26**, 503–510, (2009).

57 Herbelin, B. *Virtual reality exposure therapy for social phobia.* PhD thesis, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, (2005).

58 Klinger, E. *et al.* Virtual reality therapy versus cognitive behavior therapy for social phobia: a preliminary controlled study. *Cyberpsychol Behav* **8**, 76–88, (2005).

59 Moseley, G. L., Gallace, A. & Spence, C. Space-based, but not arm-based, shift in tactile processing in complex regional pain syndrome and its relationship to cooling of the affected limb. *Brain* **132**, 3142–3151, (2009).

60 Barnsley, N. *et al.* The rubber hand illusion increases histamine reactivity in the real arm. *Curr Biol* **21**, R945–946, (2011).

61 Ramachandran, V. S., Rogers-Ramachandran, D. & Cobb, S. Touching the phantom limb. *Nature* **377**, 489–490, (1995).

62 Ehrsson, H. H. *et al.* Upper limb amputees can be induced to experience a rubber hand as their own. *Brain* **131**, 3443–3452, (2008).

63 Marasco, P. D., Kim, K., Colgate, J. E., Peshkin, M. A. & Kuiken, T. A. Robotic touch shifts perception of embodiment to a prosthesis in targeted reinnervation amputees. *Brain* **134**, 747–758, (2011).

64 Blanke, O. & Aspell, J. E. Brain technologies raise unprecedented ethical challenges. *Nature* **458**, 703, (2009).

65 Hochberg, L. R. *et al.* Neuronal ensemble control of prosthetic devices by a human with tetraplegia. *Nature* **442**, 164–171, (2006).

66 Nicolelis, M. *Beyond boundaries. The neuroscience of connecting brains with machines and how it will change our lives.*, (Times Books, 2011).

67 Perez-Marcos, D., Slater, M. & Sanchez-Vives, M. V. Inducing a virtual hand ownership illusion through a brain-computer interface. *Neuroreport* **20**, 589–594 (2009).

Die Stiftung Prof. Dr. Max Cloëtta

Die Stiftung Prof. Dr. Max Cloëtta wurde am 27. September 1973 in Zürich von Dr. Antoine Cloëtta zu Ehren seines Vaters Prof. Dr. Max Cloëtta errichtet.

Im Absatz 1 von Art. 3 der Stiftungsurkunde wird der Zweck der Stiftung wie folgt umschrieben:

«Die Stiftung bezweckt:
a) die Unterstützung und Förderung der medizinischen Forschung sowie der damit verbundenen naturwissenschaftlichen Hilfsdisziplinen in der Schweiz;
b) die Schaffung und jährliche Verleihung eines

Cloëtta-Preises

Zur Auszeichnung schweizerischer und ausländischer Persönlichkeiten, die sich in besonderer Weise um bestimmte Gebiete der medizinischen Forschung verdient gemacht haben.»

Stiftungsrat

Im Jahr 2012 setzt sich der Stiftungsrat wie folgt zusammen:

Prof. Dr. Adriano Fontana *	Universität Zürich Hertie-Senior Forschungsprofessor	Präsident des Stiftungsrates und des Medizinischen Ausschusses
Dr. Hans Bollmann	Rechtsanwalt, Zürich	Vizepräsident des Stiftungsrates
Prof. Dr. Hugues Abriel*	Universität Bern Departement Klinische Forschung	Mitglied des Stiftungsrates
Prof. Dr. Peter Meier-Abt*	Universität Basel Vizerektorat Forschung	Mitglied des Stiftungsrates
Prof. Dr. Susanne Suter *	Hôpital Universitaire de Genève Département de Pédiatrie	Mitglied des Stiftungsrates
Hans Georg Syz-Witmer	Département de Pédiatrie Maerki Baumann & Co. AG, Zürich	Mitglied des Stiftungsrates
Prof. Dr. Bernard Thorens *	Université Lausanne Centre intégratif de génomique	Mitglied des Stiftungsrates
Dr. Peter F. Weibel	UZH Foundation (Die Stiftung der Universität Zürich)	Mitglied des Stiftungsrates

*Mitglieder des Medizinischen Ausschusses

Übersicht über die bisher erschienenen Publikationen
der Schriftenreihe
Stiftung Professor Dr. Max Cloëtta

Heft Nr. 1 (6. Auflage 2000):
Vorwort von Bundesrätin Ruth Dreifuss
Biographie von Professor Dr. Max Cloëtta
Biographie von Dr. Antoine Cloëtta
Übersicht über die Stiftung Professor Dr. Max Cloëtta
Ehrentafel der Preisträger
Organe der Stiftung

Heft Nr. 2:
Preisverleihung 1974
Festvortrag des Preisträgers Dr. med. Urs A. Meyer:
«Klinische Pharmakologie – eine Herausforderung für interdisziplinäre Zusammenarbeit»

Heft Nr. 3:
Preisverleihung 1975
Festvortrag des Preisträgers Dr. med. Hans Bürgi:
«Die Bekämpfung des Kropfes in der Schweiz. Ein Beispiel der Zusammenarbeit zwischen Grundlagenwissenschaftern, Kliniken und Behörden»

Heft Nr. 4:
Cérémonie de remise du prix 1976
Exposé du Dr. Rui C. de Sousa, sur le thème:
«La membrane cellulaire: une frontière entre deux mondes»

Heft Nr. 5:
Preisverleihung 1977
Festvortrag des Preisträgers Professor Dr. Franz Oesch:
«Chemisch ausgelöste Krebsentstehung»

Heft Nr. 6:
Preisverleihung 1978
Festvortrag des Preisträgers Dr. Susumu Tonegawa:
«Cloning of Immunoglobulin Genes»

Heft Nr. 7:
Preisverleihung 1979
Festvorträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Theodor Koller:
«Die strukturelle Organisation des genetischen Apparates höherer Organismen»
Professor Dr. Jean-Pierre Kraehenbuehl:
«Hormonal Control of the Differentiation of the Mammary Gland»

Heft Nr. 8:
Preisverleihung 1980
Festvorträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Edward W. Flückiger:
«Neue Aspekte der Mutterkorn-Pharmakologie»
PD Dr. Albert Burger:
«Ein Vierteljahrhundert nach Entdeckung des aktivsten Schilddrüsenhormons (Trijodothyronin)»

Heft Nr. 9:
Preisverleihung 1981
Festvorträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Rolf Zinkernagel:
«‹Selbst›-Erkennung in der Immunologie»
Professor Dr. Peter A. Cerutti:
«A role for active oxygen species in human carcinogenesis?»

Heft Nr. 10:
Preisverleihung 1982
Festvorträge der beiden Preisträger
PD Dr. Jürgen Zapf:
«Wachstum und Wachstumsstörungen: ein gemeinsames Forschungsziel der klinischen und experimentellen Endokrinologie»
PD Dr. Jean-Michel Dayer:
«Le monocyte-macrophage: un pivot entre le système immun et le tissu conjonctif dans le processus inflammatoire de l'arthrite rhumatoïde»

Heft Nr. 11:
Preisverleihung 1983
Festvorträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Peter Böhlen:
«Peptides and Proteins as messengers in the communication between cells and organs»
PD Dr. Claes B. Wollheim:
«Regulation of insulin release by intracellular calcium»

Heft Nr. 12:
Preisverleihung 1984
Festvorträge der beiden Preisträger
Frau Professor Dr. Heidi Diggelmann:
«Beiträge der Retroviren zur Aufklärung grundlegender biologischer Prozesse»
Professor Dr. Jean-François Borel:
«Entwicklung und Bedeutung des Ciclosporins»

Heft Nr. 13
Preisverleihung 1985
Festvorträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Hans Thoenen:
«Entwicklungsneurobiologie; von der deskriptiven Analyse zum molekularen Verständnis»
Dr. Roberto Montesano:
«Cell-Extracellular Matrix Interactions in Organogenesis»

Heft Nr. 14:
Preisverleihung 1986
Festvorträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Ueli Schibler:
«Mechanismen der gewebespezifischen Regulation von Genen»
Professor Dr. Walter Schaffner:
«Enhancer-Sequenzen und die Regulation der Gen-Transkription»

Heft Nr. 15
Preisverleihung 1987
Festvorträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Jacques Louis:
«Rôle des lymphocytes T spécifiques sur l'évolution des lésions induites par leishmania major, un parasite vivant dans les macrophages de leur hôte»
Professor Dr. Joachim H. Seelig:
«Magnetische Resonanz – ein ‹magnetisches Auge› zur Untersuchung der Lebensvorgänge in vivo»

Heft Nr. 16:
Preisverleihung 1988
Festvorträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Jean-Dominique Vassalli:
«Protéolyse et migrations cellulaires: Multiples facettes du contrôle d'une cascade enzymatique»
PD Dr. Hans Hengartner:
«Über die immunologische Toleranz»

Heft Nr. 17:
Preisverleihung 1989
Festvorträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Heini Murer:
«Parathormon: Auf dem Weg zum Verständnis seiner Wirkung im proximalen Tubulus»
Dr. Hugh Robson MacDonald:
«Selection of the T Cell Antigen Receptor Repertoire during Development»

Heft Nr. 18:
Preisverleihung 1990
Festvorträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Martin E. Schwab:
«Entwicklung, Stabilisierung und Regeneration von Faserverbindungen in Gehirn und Rückenmark: Die Rolle von Nervenwachstums-Hemmstoffen»
Professor Dr. Denis Monard:
«Protéases et inhibiteurs extracellulaires dans le système nerveux»

Heft Nr. 19:
Preisverleihung 1991
Festvorträge der beiden Preisträger
PD Dr. Peter J. Meier-Abt:
«Die Ausscheidungsfunktionen der Leber: Rolle von Membrantransport-Systemen»
PD Dr. Jacques Philippe:
«Structure and pancreatic expression of the insulin and glucagon genes»

Heft Nr. 20:
Preisverleihung 1992
Festvorträge der beiden Preisträger
PD Dr. Leena Kaarina Bruckner-Tuderman:
«Molecular Pathology of the Epidermal-Dermal Interface in Skin»
Professor Dr. Jürg Tschopp:
«Das Phänomen der von Lymphozyten vermittelten Zellyse»

Heft Nr. 21:
Preisverleihung 1993
Festvorträge der drei Preisträger
Dr. Paolo Meda:
«Cell-to-cell Communication and Pancreas Secretion»
Professor Dr. Adriano Fontana:
«Transforming Growth Factor Beta 2, ein von Tumorzellen gebildetes Zytokin mit immunparalysierender Wirkung»
Professor Dr. Michel Aguet:
«Neue Erkenntnisse zur Biologie und Molekularbiologie der Interferone»

Heft Nr. 22:
Preisverleihung 1994
Festvorträge der beiden Preisträger
Professor Dr. rer. nat. Hans Rudolf Brenner:
«Die Regulation der Expression synaptischer Transmitter-Rezeptoren während der Synapsenbildung»
Daniel Pablo Lew, Professeur ordinaire de médecine:
«Signal Transduction and Ion Channels Involved in the Activation of Human Neutrophils»

Heft Nr. 23:
Preisverleihung 1995
Festvorträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Jürg Reichen:
«Die sinusoidale Endothelzelle und Leberfunktion»
Dr. George Thomas jr.:
The $p70^{s6k}$ Signal Transduction Pathway, S6, Phosphorylation and Translational Control»

Heft Nr. 24:
Preisverleihung 1996
Festvorträge der beiden Preisträger
Dr. Lukas C. Kühn:
«Molekulare Mechanismen zur Steuerung des Eisenstoffwechsels»
Professor Dr. Peter Sonderegger:
«Wegweiser- und Sensormoleküle beim gezielten Wachstum der Nervenzellausläufer»

Heft Nr. 25:
Preisverleihung 1997
Festvorträge der beiden Preisträger
Dr. Gérard Waeber:
«Métabolisme moléculaire de la cellule insulino-sécrétrice»
Professor Dr. Denis Duboule:
«Genetic control of limb morphogenesis and evolution»

Heft Nr. 26:
Preisverleihung 1998
Festvorträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Adriano Aguzzi:
«Pathophysiologie der Prionen-Krankheiten»
Professor Dr. Primus E. Mullis:
«Short stature: from the growth hormone axis
to the Development of the pituitary gland»

Heft Nr. 27:
Preisverleihung 1999
Festvorträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Clemens A. Dahinden:
«Pathophysiologie der allergischen Entzündung»
Professor Dr. Antonio Lanzavecchia:
«Deciphering the signals that regulate T cell
mediated immunity»

Heft Nr. 28:
Preisverleihung 2000
Festvorträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Giuseppe Pantaleo:
«Mechanisms of human immunodeficiency virus (HIV) escape
from the immune response»
Dr. Brian A. Hemmings:
«Protein kinase B (PBK/Akt) – a common element in multiple
signaling pathways involved in insulin signaling, cell survival
and cancer»

Heft Nr. 29:
Preisverleihung 2001
Festbeiträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Isabel Roditi:
«The surface coat of african trypanosomes»
Dr. Thierry Calandra:
«Innate immune responses to bacterial infections: a paradigm for exploring the pathogenesis of septic shock»

Heft Nr. 30:
Preisverleihung 2002
Festbeiträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Bernard Thorens:
«Impaired Glucose Sensing as Initiator of Metabolic Dysfunctions»
Professor Dr. Andrea Superti-Furga:
«Molecular Pathology of Skeletal Development»

Heft Nr. 31:
Preisverleihung 2003
Festbeiträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Michael Nip Hall:
«TOR Signalling: from bench to bedside»
PD Dr. Bernhard Moser:
«Chemokines: role in immune cell traffic»

Heft Nr. 32:
Preisverleihung 2004
Festbeiträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Amalio Telenti:
«Adaption, co-evolution, and human susceptibility to HIV-1 infection»
Professor Dr. Radek C. Skoda:
«The control of normal and aberrant megakaryopoiesis by thrombopoietin and its receptor, c-MPL»

Heft Nr. 33:
Preisverleihung 2005
Festbeiträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Urs Emanuel Albrecht:
«The circadian clock: orchestrating gene expression and physiology»
Professor Dr. Dominique Muller:
«Functional and structural plasticity of synaptic networks»

Heft Nr. 34:
Preisverleihung 2006
Festbeiträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Adrian Merlo:
«Pas de mythe de Sisyphe: Glioma research on the move»
Professor Dr. Michael O. Hengartner:
«Roads to ruin: apoptotic pathways in the nematode Caenorhabditis elegans»

Heft Nr. 35:
Preisverleihung 2007
Festbeiträge der beiden Preisträger
Professor Dr. François Mach:
«Inflammation is a Crucial Feature of Atherosclerosis and a Potential Target to Reduce Cadriovascular Events»
Professor Dr. Nouria Hernandez:
«Mechanisms of RNA Polymerase III Transcriptions in Human Cells»

Heft Nr. 36:
Preisverleihung 2008
Festbeiträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Darius Moradpour:
«Hepatitis C: Molecular Virology and Antiviral Targets»
Professor Dr. Sabine Werner:
«Molecular and cellular mechanisms of tissue repair»

Heft Nr. 37:
Preisverleihung 2009
Festbeiträge der beiden Preisträger
Professor Dr. Margot Thome-Miazza:
«Molecular mechanisms controlling lymphocyte proliferation and survival»
Professor Dr. Walter Reith:
«Regulation of antigen presentation in the immune system»

Heft Nr. 38:

Preisverleihung 2010
Festbeiträge der beiden Preisträger Professor Dr. Christan Lütscher:
«Sucht: Die dunkle Seite des Lernens»
Professor Dr. Burkhard Becher:
«Cytokine networks: the language of the immune system»

Heft Nr. 39:

Preisverleihung 2011
Festbeitrag der Preisträgerin
Prof. Dr. Petra S. Hüppi:
«From Cortex to Classroom»

EHRENTAFEL
DER PREISTRÄGER

1974 Dr. Urs A. Meyer

1975 PD Dr. Hans Bürgi

1976 Dr. Rui de Sousa

1977 Prof. Dr. Franz Oesch

1978 Dr. Susumu Tonegawa

1979 Prof. Dr. Theodor Koller
Prof. Dr. Jean-Pierre Kraehenbuehl

1980 Prof. Dr. Edward W. Flückiger
PD Dr. Albert Burger

1981 Prof. Dr. Rolf M. Zinkernagel
Prof. Dr. Peter A. Cerutti

1982 PD Dr. Jürgen Zapf
PD Dr. Jean-Michel Dayer

1983 Prof. Dr. Peter Böhlen
PD Dr. Claes B. Wollheim

1984 Prof. Dr. Heidi Diggelmann
Prof. Dr. Jean-François Borel

1985 Prof. Dr. Hans Thoenen
Dr. Roberto Montesano

1986 Prof. Dr. Walter Schaffner
Prof. Dr. Ueli Schibler

1987 Prof. Dr. Jacques Louis
Prof. Dr. Joachim H. Seelig

1988 Prof. Dr. Jean-Dominique Vassalli
PD Dr. Hans Hengartner

1989 Prof. Dr. Heini Murer
Dr. Hugh Robson MacDonald

EHRENTAFEL
DER PREISTRÄGER

1990 Prof. Dr. Martin E. Schwab
Prof. Dr. Denis Monard

1991 PD Dr. Peter J. Meier-Abt
PD Dr. Jacques Philippe

1992 PD Dr. Leena Kaarina Bruckner-Tuderman
Prof. Dr. Jürg Tschopp

1993 Dr. Paolo Meda
Prof. Dr. Adriano Fontana
Prof. Dr. Michel Aguet
} Jubiläumsjahr

1994 Prof. Dr. Hans Rudolf Brenner
Prof. Dr. Daniel Pablo Lew

1995 Prof. Dr. Jürg Reichen
Dr. George Thomas jr.

1996 Dr. Lukas C. Kühn
Prof. Dr. Peter Sonderegger

1997 Dr. Gérard Waeber
Prof. Dr. Denis Duboule

1998 Prof. Dr. Adriano Aguzzi
Prof. Dr. Primus E. Mullis

1999 Prof. Dr. Clemens A. Dahinden
Prof. Dr. Antonio Lanzavecchia

2000 Prof. Dr. Giuseppe Pantaleo
Dr. Brian A. Hemmings

2001 Prof. Dr. Isabel Roditi
Dr. Thierry Calandra

2002 Prof. Dr. Bernard Thorens
Prof. Dr. Andrea Superti-Furga

EHRENTAFEL
DER PREISTRÄGER

2003 Prof. Dr. Michael Nip Hall
PD Dr. Bernhard Moser

2004 Prof. Dr. Amalio Telenti
Prof. Dr. Radek C. Skoda

2005 Prof. Dr. Urs Emanuel Albrecht
Prof. Dr. Dominique Muller

2006 Prof. Dr. Adrian Merlo
Prof. Dr. Michael O. Hengartner

2007 Prof. Dr. François Mach
Prof. Dr. Nouria Hernandez

2008 Prof. Dr. Darius Moradpour
Prof. Dr. Sabine Werner

2009 Prof. Dr. Margot Thome-Miazza
Prof. Dr. Walter Reith

2010 Prof. Dr. Christian Lüscher
Prof. Dr. Burkhard Becher

2011 Prof. Dr. Petra S. Hüppi

2012 Prof. Dr. Olaf Blanke