

## IN MEMORIAM HANS JÜRGEN GRABKE



Prof. Hans Jürgen Grabke, dr. rer. nat., dr. h.c. in mednarodni pridruženi član uredniškega odbora revije *Materiali in Tehnologije – Materials and Technology*.

Rojen je bil v Hamburgu, Nemčija, kjer je tudi maturiral. Kemijo je študiral na Univerzah v Göttingenu, Hamburgu in Münstru, kjer je tudi doktoriral. Leta 1971 je bil na Univerzi v Stuttgartu habilitiran za docenta in leta 1977 za profesorja za fizikalno kemijo na Univerzi v Dortmundu. V letih 1962–1966 je bil podoktorski raziskovalec na Max-Planck-Institut für Physikalische Chemie v Göttingenu, kjer je bil pod vodstvom prof. C. Wagnerja vključen v raziskave temeljnih mehanizmov in kinetike heterogenih reakcij z opredelitvijo parcialnih reakcijskih korakov, ravnotežnih aktivnosti, sestavo vmesnih produktov in izračunom termodinamičnih in kinetičnih zakonitosti reakcij. V letu 1966 se je zaposlil na Max-Planck-Institut für Metallforschung v Stuttgartu in delal kot vodja skupine, ki je nadaljevala raziskovanje heterogenih reakcij. Leta 1972 je prešel na Max-Planck-Institut für Eisenforschung (MPIE) v Düsseldorfu, kjer je postal vodja oddelka za fizikalno kemijo. Na tem mestu se je njegovo raziskovalno delo postopoma močno razširilo z vključevanjem študentov diplomantov, doktorantov, podoktorskih in gostujočih raziskovalcev.

H. J. Grabke je vrhunski znanstvenik s področja fizikalne kemije trdnega stanja. Njegova odkritja so bila temelj za znanstveno interpretacijo zelo pomembnih izkusvenih spoznanj, za termokemično in termodinamično opredelitev novih reakcij in pojavov ter za razvoj novih in izboljšanje obstoječih zlitin in postopkov. Odkril je, kako so pojavi povezani z aktivnostjo v reakciji

Prof. dr. rer. nat. And dr.h.c. Hans Jürgen Grabke

Born in Hamburg, Germany, where he graduated in secondary school. He studied chemistry at the universities of Göttingen, Hamburg and Münster, where he attained also the of rer. nat. doctorate. In the years 1962–1966 he worked with C. Wagner in MPI for physical chemistry in Göttingen as part of the group working on mechanisms and kinetics of heterogeneous reactions with accent on partial steps of reactions, equilibrium activity, intermediate products, and thermodynamic and kinetic calculations. In 1966 He joined at Max Planck Institut für Metallforschung in Stuttgart as leader of the group working in heterogeneous reactions and in 1972 He joined the Max Planck Institut für Eisenforschung as chief of the Dpt. of physical chemistry. At this place, his research work increased gradually with involvement of candidated for university degree, doctorate, postdoc work and guest scientists and mentored several tens of doctorate and diploma works

H. J. Grabke was a highest level scientist in field of physical chemistry of solid state with discoveries that became the foundation for scientific interpretation of significant earlier empirical findings, of thermochemical and thermodynamical undestanding of new reactions and phenomena, as well as development of new alloys and processes. He explained the connection of phenomena with the activity in reacions involved elements in alloys and atmospheres with temperature and diffusivity. His articles on own findings and reviews were published in a number of scientific periodicals and

sodelujočih elementov in spojin, ki so v kovini in atmosferi, odvisni od temperature in difuzivnosti. Nad 500 del, ki predstavljajo lastne znanstvene izsledke in pregledna dela je objavil v številnih znanstvenih revijah v vseh raziskovalno pomembnih državah, tudi v Sloveniji, in v teh državah tudi predaval o svojem znanstvenem delu.

Bil je ned pionirji raziskovanja ravnotežne površinske segregacije atomov nekovinskih elementov, ki so v  $\alpha$ -železu raztopljeni v zelo majhni količini (pod 0,01 %). Za nekatere elemente je izmeril kinetiko segregacije, opredelil je vpliv različnih elementov in njihove koncentracije na geometrijsko porazdelitev atomov matične kovine in segreganta na površini ter v globino segregirane plasti. Interakcijo različnih segregiranih elementov je razložil s pojavom, ki ga je opredelil kot "site competition", ker je na površini kovine omejeno število mest, v katera se lahko vgnezdijo atomi segregantov. Podobne segregacije je odkril tudi na kristalnih mejah v mikrostrukturi kovin in zlitin in tako postavil znanstveno podlago za razumevanje nekaterih pojavov degradacije kovin in zlitin. Opredelil je spremembo proste energije in entropije površine zaradi segregacije in odkril, da je gonilna sila za segregacijo prosta energija površine, ki je najmanjša pri neki specifični geometrični porazdelitvi atomov matične kovine in segreganta, pri kateri so najmanjše površinske elastične napetosti in površinska energija. Pri raziskavah je uporabljal tudi eksperimentalne metode, ki so se tedaj šele uvajale, npr. spektroskopijo Augerjevih elektronov (AES), rentgensko fotoelektronsko spektroskopijo (XPS) in difrakcijo maloenergijskih elektronov (LEED). Temeljnega pomena so njegova odkritja v zvezi z mehanizmom in kinetiko naogljichenja železa, ki so znanstvena podlaga za razlago, zakaj se pri nekaterih jeklih ne dosejajo pričakovane lastnosti po utrditvi površine z naogljichenjem in kaljenjem; raziskal je kompleksne reakcije naogljichenje-oksidacija, oksidacija-sulfidizacija in oksidacija-kloriranje na površini zlitin zaradi problemov pri sežigu odpadkov in v petrokemijskih napravah. Odkril je, da zlitine železa v močno reduktivni atmosferi in temperaturi nad 800 °C razpadejo v prah, če aktivnost ogljika v atmosferi presega tisto v železovem karbidu in da neprepustna plast kromovega oksida zlitino zavaruje proti upraševanju. Njegovo delo je postalo podlaga za razvoj novih zlitin za naprave, ki obratujejo v močno reduktivnih atmosferah.

H. J. Grabke je dosegel pomembne znanstvene uspehe tudi pri raziskovanju drugih pojavov in reakcij, vse od vpliva elektrodnih potencialov na mehanizem korozijskih reakcij v različnih medijih, adsorpcije tujih atomov in adhezivnost kovinskih površin; prenosa ogljika skozi oksidne sloje; detekcije vodika v oksidnih slojih na površini kovin in pojasnil še druge pojave povezane z reaktivnostjo zlitin v različnih atmosferah.

Dosežki pri raziskovanju so ga uvrstili med najbolj prodorne in produktivne raziskovalce reakcij in interakcij

lectures delivered in a number of countries, in Slovenia, also.

He pioneered the investigations on equilibrium surface segregation of atoms of low content elements in solid solution in  $\alpha$  iron and determined for some elements the kinetics of segregation, its influence on the geometrical distribution of segregated atoms on the mother metal surface and the thickness of the segregated layer. He explained the interaction of different segregating elements as site competition due to the limited sites on disposition for the segregant atom on the mother metal surface. A similar intergranular segregation was the base of scientific interpretation of some degradation processes. Based on the determination of change of free energy and entropy of segregation, He found that the segregation driving force was the free surface energy depending on the distribution of atoms of segregant and mother metal that governs the surface elastic stresses.

In His investigations new experimental methods were used, f.i. Auger spectroscopy, x-rays spectroscopy in low energy electrons spectroscopy. Of basic significance are the discoveries related to the mechanism and kinetics of carbonisation of iron that are the scientific base for understanding the causes of low effect of case hardening for some steels. Investigating the complex reactions carburisation-oxidation, oxidation-sulphidation and oxidation-chlorination on the surface of alloys in petro-chemistry and wastes burning installations, He discovered that iron alloys decomposed in powder if carbon activity in atmosphere exceeded that in iron carbide and that the process was arrested by a layer of chromium oxide on alloys surface. These findings helped to improve the resistance of alloys used in part of installations working at high temperature and complex atmosphere.

H. J. Grabke achievements are significant for other phenomena and reactions, also, f.i.: influence of electrode potentials on the mechanisms of corrosion reactions in different media, adsorption of foreign atoms and adhesion of metals surfaces diffusion of carbon and detection of hydrogen in oxide layers on metal surface and explanation of other phenomena and processes connected with the reactivity of metal surface in different atmospheres.

For original scientific discoveries He received several high recognitions, f.i. the Nernst-Haber Bodenstein award of the German Bunsen Society for Physical Chemistry, the Reamur Medaille of the Société Française de Métallurgie, the Tamman Medal of German Society for Materials Science and others and was elected to memberships of the Polish Academy of Sciences.

He cooperated with and helped slovenian scientists active in iron solid state processes and reactions and continued the tradition started with prof. dr. h.c. C. Rekar, nestor of slovenian research in metallurgy. With his cooperations international conferences were organised in joined effort of MPI, Düsseldorf, IRSID, St

med površino kovin in različnimi atmosferami. Bil je tudi mentor več deset doktorantov in diplomantov, organiziral je učne delavnice na temo reakcij med površino kovin in atmosferami, predsedoval je in bil član znanstvenega odbora mednarodnih konferenc na temo znanosti o površinah ter o mejnih površinah in pripravil tudi številna uvodna in pregledna predavanja.

Njegova bibliografija obsega nad 500 del, ki so bili objavljena v Nemčiji in v številnih drugih državah, tudi v Sloveniji. Nekatera so bila izbrana za najboljše članek leta v več znanstvenih revijah. Za izvirna znanstvena odkritja je prejel številne nagrade, npr. Nernst-Haber Bodenstein nagrado nemške Bunsen Society for Physical Chemistry, Reaumur medaljo Société Fran  aise de Métallurgie, Tamman medaljo Germain Society for Materials Science in druge in bil izvoljen za častnega člana Poljske akademije znanosti.

H. J. Grabke je intenzivno sodeloval z raziskovalci v Sloveniji   e od leta 1980 in nadaljujeval tradicijo sodelovanja, ki ga je vzpostavil desetletja prej prof. dr.h.c. C. Rekar, nestor raziskovanja o kovinah v Sloveniji. S prof. H. J. Grabkejem se je sodelovanje okrepilo tudi z oživitvijo organizacije mednarodnih konferenc, ki so jih skupno organizirali inštituti: IRSID iz Francije, MPIE iz Nemčije in takratni Metalur  ski inštitut, sedaj Inštitut za kovinske materiale in tehnologije Ljubljana. Prav nekaj let prej se je za  el hiter razvoj znanosti o površinah z uporabo novih analitskih tehnik, ki so omogočale kvantitativne raziskave zelo tankih plasti na površini kovin, tudi, površinske segregacije in segregacije po mejah kristalnih zrn ter razlago fizikalno-kemijskih pojavov na površini kovin. Prof. Grabke je omogočil slovenskim raziskovalcem usposabljanje v svojem oddelku za fizikalno kemijo na MPIE, delo na tej opremi in preskrbel zanje štipendije nem  skih inštitucij. Za dosežke svojega znanstvenega dela in za sodelovanje z raziskovalci iz Slovenije mu je Univerza v Ljubljani podelila častni doktorat.

Mnogi ga bomo ohranili v spominu kot vrhunskega znastvenika in dobrega človeka, ki je bil vedno pripravljena na odprt pogovor, sodelovanje in pomoč in pri tem nikdar ni dal občutiti, da je iz prostora, ki je večji in bolj razvit kot je slovenski prostor.

Franc Vodopivec  
Glavni urednik  
Materiali in Tehnologije –  
Materials and Technology

Germain- en- Laye and MIL, later IMT Ljubljana. When a rapid growth of science of metals surfaces was started with use of new analytical instruments that enabled quantitative investigations of surface and interface segregations of residuals in metals, H-J Grabke opened his dpt. at MPI for work slovenian scientists providing germain research grants, also. As recognition for scientific discoveries and cooperation with slovenian scientists H. J. Grabke was aknowledged with the h.c. doctorate of the University of Ljubljana.

A number of scientists, in Slovenia also, will conserve the memory of H. J. Grabke as great scientists and a good man always ready to open talk, cooperation and assistance and without traces of provenience from a more developed and greater country.

Franc Vodopivec,  
Chief Editor  
Materiali in Tehnologije –  
Materials and Technology