



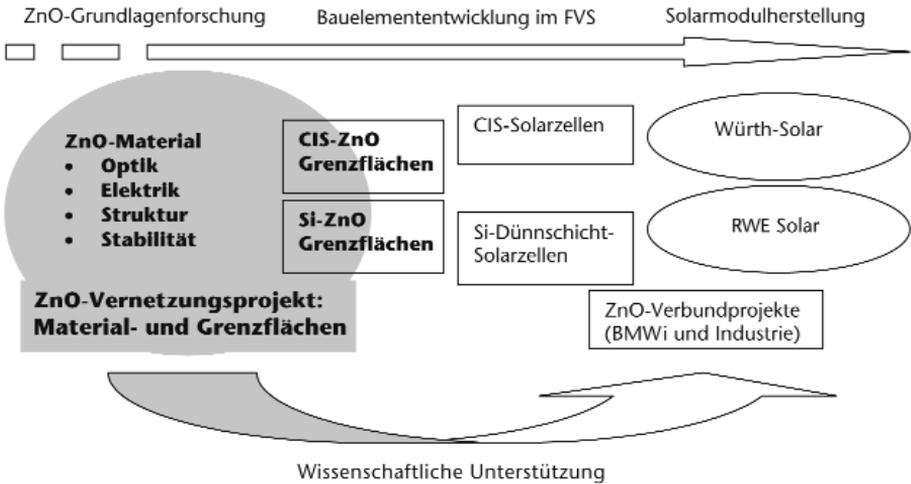
Zinkoxidschichten für Dünnschichtsolarzellen: Material- und Grenzflächenforschung

Oliver Kluth
ZnO-Vernetzungsprojekt
o.kluth@fz-juelich.de

Projektpartner:
HMI, FZJ-IPV, ZSW,
Universität Stuttgart,
Institut für Physikalische
Elektronik (IPE) und
Technische Universität
Darmstadt (TUD)

Transparente, leitfähige Oxidschichten (TCO, transparent conductive oxide) erfüllen zentrale Funktionen in Dünnschichtsolarzellen und sind ein entscheidender Kostenfaktor bei der Produktion. Das TCO-Material Zinkoxid (ZnO) ist dabei entweder unverzichtbarer Teil der Solarzelle (CIS-Technologie) oder besitzt im Falle der Silizium-Dünnschichttechnologie ein großes Potential zur Verbesserung der Modulwirkungsgrade und/oder Senkung der Herstellungskosten. Es fehlt allerdings ein fundiertes und umfassendes Verständnis der ZnO-Präparationsverfahren, sowie der strukturellen, optischen und elektronischen Eigenschaften der mit Sputtern hergestellten ZnO-Schichten sowie der Grenzflächeneigenschaften zwischen ZnO und den anschließenden Halbleiterschichten der Solarzellen.

Ziel des Vorhabens ist es daher, ein tieferes Verständnis der physikalischen Eigenschaften von Zinkoxidschichten im Hinblick auf die Anwendung in Solarzellen zu erarbeiten. Dabei erfolgt die ZnO-Herstellung vornehmlich mit unterschiedlichen Sputterverfahren. Die verschiedenen Fragestellungen wurden von den einzelnen Institutionen im Forschungsverbund als auch in der Forschung weltweit bisher nur punktuell und speziell für jede Photovoltaik-Technologie bearbeitet. Dieses Vernetzungsprojekt bündelt und ergänzt diese Aktivitäten im Forschungsverbund Sonnenenergie und wird unterstützt durch führende Hochschulgruppen, die an ZnO und ZnO/Halbleiter-Grenzflächen



forschen. Eine enge Verzahnung mit aktuellen Forschungsprojekten zur Industrialisierung der heutigen ZnO-Labor-technologie ist durch die Vernetzung zwischen den Partnern ebenfalls gewährleistet. Der Vernetzungsgedanke dieses Projekts ist in *Abb. 1* schematisch dargestellt.

Abbildung 1
Schematische Darstellung
des Verbundgedankens
im Projekt.

Abb. 2 gibt einen Überblick über die einzelnen Arbeitspakete. Jedes dieser Arbeitspakete wird von einem Projektpartner koordiniert, die Koordination des Gesamtprojekts erfolgt durch das IPV, Forschungszentrum Jülich. Im Folgenden wird der aktuelle Stand der Arbeiten zu den einzelnen Arbeitspaketen kurz zusammengefasst. Eine umfassendere Darstellung der Ergebnisse findet sich in den Beiträgen der einzelnen Partner zu diesem TCO-Workshop.

Das ZnO-Netzwerk hat sich zu einem aktiven Forum entwickelt, in dem Proben und Ideen ausgetauscht und sehr schnell sowohl Fortschritte als auch wissenschaftliche Probleme zwischen den Partnern kommuniziert werden. An

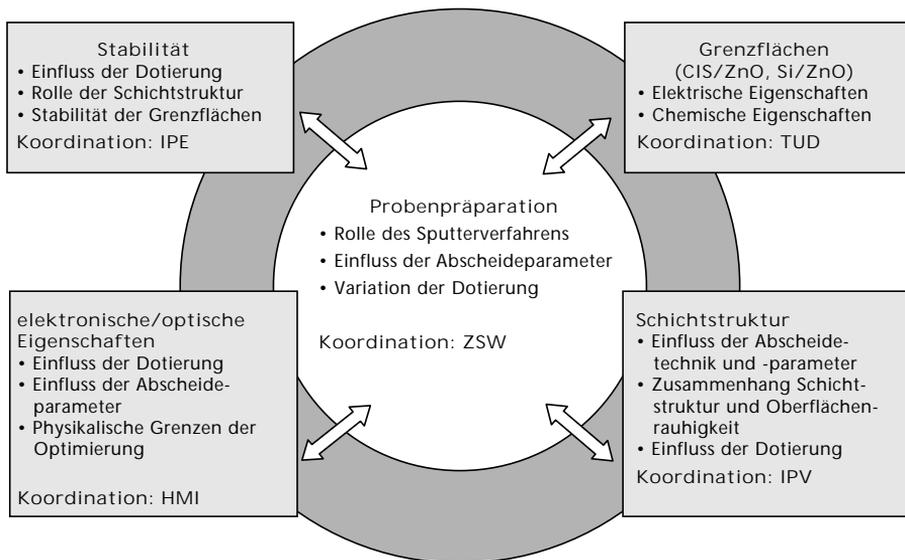


Abbildung 2
 Arbeitspakete und
 Organisation des
 Projekts. Die Koordination
 des Gesamtprojektes
 erfolgt durch das IPV.

aktuellen Probenserien wurden die Sputteranlagen sowie die elektrischen und optischen Messeinrichtungen der Partner verglichen. Dies bildete den Ausgangspunkt für verschiedene vergleichende Studien. Die meisten der aktuellen Arbeiten beziehen sich daher auf die Charakterisierung von ZnO-Schichten, die vom keramischen ZnO-Target an den Anlagen von IPE, ZSW und IPV hergestellt wurden.

Als innovatives neues Material wurden am HMI (Zn,Mg)O-Schichten hergestellt, untersucht und in Solarzellen eingesetzt. Entsprechend dem Arbeitsprogramm werden derzeit die verschiedenen TCO-Schichten bezüglich ihrer strukturellen, elektronischen und optischen Eigenschaften charakterisiert. Einige aktuelle Ergebnisse dazu sowie zur Stabilität (ZSW) und den Grenzflächeneigenschaften finden sich in den verschiedenen Beiträgen von ZSW, HMI, TUD und IPV zu diesem TCO-Workshop. An der TUD wurde eine Sput-

teranlage zur ZnO-Herstellung erfolgreich in Betrieb genommen. Damit können ZnO-Oberflächen und ZnO-Grenzflächen in-situ untersucht werden. Am IPV wurde ein modifiziertes Thornton Modell entwickelt, um den Zusammenhang zwischen den strukturellen ZnO-Schichteigenschaften und den resultierenden Oberflächenstrukturen nach dem nasschemischen Ätzen zu beschreiben. Am HMI wurde unterstützend der Zusammenhang zwischen den Sputterparametern und der Dichte sowie der Zusammensetzung der ZnO:Al-Schichten einzelner Probenreihen untersucht.