

Abb.9.8).

In dieser Anordnung wird der Rückkontakt einer magnetrongesputterten Probe auf Glassubstrat auf der Probenseite (vorne) kontaktiert. Dazu wird eine doppelte Silikonscheibe verwendet, deren Innenring dichtet, während der äußere elektrisch leitende Silikonring den aufgedampften metallischen Rückkontakt der Probe leitend mit dem Meßkabel verbindet. Die Halterung besteht aus einer Teflonhülse mit einer unteren Öffnung, der Doppel-Silikonscheibe mit Meßkabel und einem roten Kunststoffstempel, der von oben in die Hülse eingeschraubt wird und mittels einer inneren Federeinrichtung die Probe schonend gegen Silikondichtungen und Hülsenunterseite preßt. Hülse und Stempel wurden freundlicherweise von Prof. J. K. Dohrmann zur Verfügung gestellt.

Ein Nachteil dieser Halterung ist, daß auf dem Substrat schlecht haftende Proben mitunter auf den Silikonscheiben haften blieben, wodurch manche Proben nach einer Messung zerstört wurden. Eine Oberflächenbehandlung der Silikonschicht mit Teflonspray könnte Abhilfe schaffen.

Die räumlichen Abmessungen des Elektrolytgefäßes, die durch die Größe des Scantischeinsatzes begrenzt werden, erlauben bei diesem Halter nicht die Verwendung herkömmlicher, käuflicher Referenzelektroden.

Daher wurden unter Anleitung von Dr. Bogdanoff (HMI) Miniaturreferenzelektroden [161] aus Pasteurpipetten hergestellt. Dazu wurde etwas Quarzglaswolle in die untere kleine Öffnung der Pipette gesteckt und dieses in der Bunsenbrennerflamme verschmolzen. Solcherart fast verschlossene Pipetten wurden in ein wassergefülltes Becherglas gestellt. Nur Pipetten, bei denen der Wasserspiegel kaum merklich über ca. eine halbe Stunde stieg, wurden zu Referenzelektroden weiterverarbeitet. Etwas Quecksilber wurde mit Kalomel ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ) vermischt und in die Pipette gefüllt, worauf ein Platindraht in die Masse gesteckt und der Leerraum bis knapp unter die Oberkante mit Glasperlen aufgefüllt wurde. Nach dem Aushärten einer Epoxid-Verklebung war die Referenzelektrode fertig. Vor dem Einsatz wurde sie über Nacht in gesättigte Kaliumchloridlösung gestellt, so daß auch der Innenraum mit KCl-Lösung aufgefüllt wurde.

## 9.8 SMSC-Messungen an Kristallproben

Da die Schichtgitterhalbleiterproben nicht wie Festkörpersolarzellen mit einem festen, transparenten Frontkontakt versehen waren, mußten photoelektrochemische Messungen in einem Redoxelektrolyten durchgeführt werden. Durch die Redoxreaktion an der Halbleiteroberfläche wird der nötige Ladungstransfer gewährleistet, und durch die Bandverbiegung bei geeignetem Halbleiterelektrodenpotential die Ladungstrennung lichtinduzierter Elektron-Loch-Paare ermöglicht.

Für die orts aufgelösten Messungen sind die durch einen intensitätsmodulierten Laserspot lokal generierten Minoritätsladungsträger wesentlich, die an der Halbleiteroberfläche bei entsprechender Bandverbiegung an der Redoxreaktion beteiligt sind. Mittels der lock-in-Technik ist der durch sie induzierte Photostrom als oszillierendes

Signal meßbar. Das oszillierende Photostromsignal wird dabei von einem konstanten etwa durch Streulicht hervorgerufenen Strom abgetrennt.

Wie in der Beschreibung des SMSC-Versuchsaufbaus ab S.45 genauer dargestellt ist, werden die Proben zur orts aufgelösten Photostrommessung mit einem kleinen, intensitätsmodulierten Laserspot von unten belichtet. Für die Messungen an einzelnen Kristallen im Elektrolyten sind dazu, anders als bei fertigen Solarzellen, besondere Substrate und Halterungsvorrichtungen erforderlich.

Die ersten orts aufgelösten Photostromaufnahmen mit dem neuen SMSC-Aufbau wurden an einkristallinen Schichtgitterhalbleitermaterialien durchgeführt, die von Dr. Fiechter und Dr. Tomm am HMI durch eine Transportreaktion hergestellt wurden. Dazu wurden bevorzugt große Kristalle ausgesucht, die eine möglichst ebene und glatte Oberfläche besaßen.

In den im Verlauf dieser Arbeit durchgeführten Hall- und Leitfähigkeitsmessungen zur genaueren elektrischen Charakterisierung dieser Materialien stellte sich heraus, daß fast alle Materialproben p-leitend waren. Die wenigen n-leitenden waren zudem schlecht kristallisiert, brüchig und bildeten nur einige kleine Kristalle, die meist weder charakterisiert noch zu einer Probe für orts aufgelöste Messungen verarbeitet werden konnten. Eine Ausnahme bildete eine n-leitende natürliche Probe aus natürlichem  $MoS_2$ .

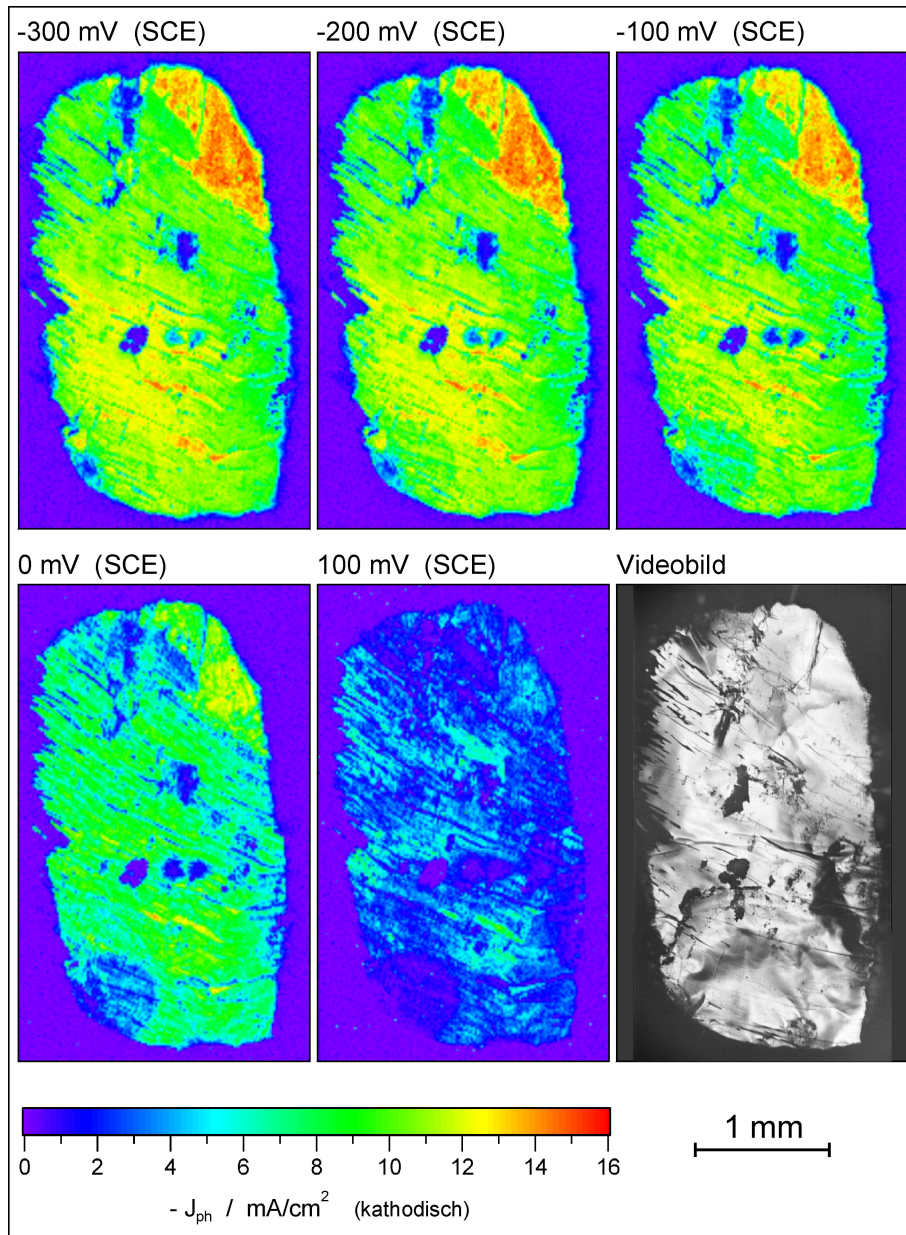
Die immer noch relativ kleinen, meist brüchigen Proben wurden zur Handhabung auf Substrate geklebt, wobei geeignete metallhaltige Kleber verwendet wurden, um einen möglichst ohmschen Rückkontakt zu erhalten. Die Ränder zwischen Halbleiterkristall und Substrat wurden mit Epoxidkleber versiegelt, so daß nur der zu vermessende Teil der Halbleiterelektrode dem Elektrolyten (0,05 M Iod / 1 M Iodid) ausgesetzt war.

Um saubere Oberflächen untersuchen zu können, wurden die Kristallproben, wenn nicht anders vermerkt, vor dem Aufkleben entlang der van der Waals-Ebene gespalten. In einigen Fällen konnte der Kristall mit einer Nadel oder einem Skalpell leicht angespalten und mit zwei Pinzetten auseinander gezogen werden. Auf diese Weise wurden aus entsprechend „massiveren“ Kristallen dickere Schichten ( $d \approx 10 \mu\text{m}$ ) erhalten.

In anderen Fällen wurde der Kristall zwischen zwei Klebestreifen (Tesafilm) gespalten, wobei aus dem häufig ungleichmäßig aufgelockerten Bereich der Oberflächen beider Hälften mit einer Pinzette sehr dünne Schichten abgezogen werden konnten. Nachteilig bei dieser Methode ist die kaum vermeidbare Verunreinigung zumindest der Randbereiche mit Kleberesten und die mitunter beobachtbaren durchgehenden Risse und winzigen Öffnungen in den dünnen Schichten. Diese können bei elektrochemischen Messungen, wie auch bei Leitfähigkeitsmessungen nach van der Pauw, das Ergebnis verfälschen.

Außerdem führte gerade das Spalten bei vielen, aber nicht allen Materialien, zur Bildung von kleinen Rissen und anderen Inhomogenitäten in der Oberflächenstruktur, die oft auch mikroskopisch beobachtbar waren.

Ein Beispiel für diese Beobachtungen ist Probe ab003, die in Abb.9.9 in einer



**Abb. 9.9:** Photostromaufnahmen eines frisch gespaltenen p-WSe<sub>2</sub>-Kristalls im Potentialbereich von -300 mV bis +100 mV (SCE) (-560 mV bis -160 mV (NHE)). Zum Vergleich ist eine mikroskopische Videoaufnahme unter Verwendung des differentiellen Interferenzkontrastes (DIC) gezeigt. Im mikroskopischen Bild erkennbare Bruchkanten und Kratzer wirken offenbar als Rekombinationszentren, in deren Bereich der Photostrom vermindert wird. (Probe ab003; p-WSe<sub>2</sub> (abm001);  $I_{Licht}$  100 mW/cm<sup>2</sup>;  $\varnothing_{spot}$  20  $\mu$ m;  $l_{step}$  15  $\mu$ m; 0,05 M I<sub>2</sub> / 1 M I<sup>-</sup>; Pt-Kontakt.)

mikroskopischen Aufnahme und in einer Potentialreihe von orts aufgelösten Photostromaufnahmen unter Kurzschlußbedingungen gezeigt ist.

Am wahrscheinlich augenfälligsten ist die deutliche Potentialabhängigkeit der Photoaktivität, die zu einer starken Abnahme bei Erhöhung des Potentials bis auf 0,1 V vs. SCE führt. Die Potentialerhöhung entspricht einer energetischen Absenkung des Fermi-niveaus der Ladungsträger im Halbleiter, die bei der p-leitenden Probe zu einer Abnahme der Bandverbiegung führt. Bei 0,1 V vs. SCE werden die generierten Ladungsträgerpaare daher wesentlich schlechter getrennt, sie rekombinieren leichter und weniger Elektronen (Minoritätsladungsträger) können an der Elektrodenoberfläche elektrochemisch umgesetzt werden. In der Folge sinkt der gemessene kathodische Photostrom.

Außerdem kann die Veränderung der lichtinduzierten Ladungsträgerkonzentration bei Variation des Potentials einen Einfluß auf die Stärke der Ladungsträgerdiffusion an der Oberfläche, auf die Rekombination an einzelnen Strukturen und damit auf den Kontrast des gemessenen Photostrombildes ausüben.

Im Vergleich der mikroskopischen Aufnahme (Videobild) mit den Photostromaufnahmen können viele Strukturen gefunden werden, in deren Bereich die Photoaktivität vermindert ist. Dies wurde schon in früheren Arbeiten mit einer verstärkten Ladungsträgerrekombination an Bruchkanten oder Stufen der Halbleiterschicht (senkrecht zur van der Waalsschen Ebene) in Verbindung gebracht [11, 93].

Darüber hinaus wird im Potentialbereich von -0,3 V bis -0,1 V vs. SCE im rechten oberen Probenbereich eine klar abgegrenzte Zone mit einem um rund 25 % erhöhten Photostrom beobachtet. Abgesehen davon, daß dieser Bereich nur wenig glatter oder ärmer an Bruchkanten wirkt, findet sich im Vergleich mit dem mikroskopischen Bild keine befriedigende Erklärung. Eine Inhomogenität der Ladungsträgerkonzentration oder des Ladungsträgertyps in Form lokaler Domänen, wie sie auch in [133] an p- und n- $WSe_2$ -Einkristallen beschrieben wurde, wäre denkbar.

Dagegen hat die ebenfalls in der mikroskopischen Aufnahme zu erkennende leichte Wölbung der Probe im unteren Bereich oder im sehr dunklen Bereich rechts unten, offenbar keinen Einfluß auf die Photoaktivität. Die Abbildung dieser geringen Höhenunterschiede wird durch die Verwendung des differentiellen Interferenzkontrastes (DIC) [162, 163] ermöglicht, wodurch auch viele Kratzer und Stufen erst erkennbar werden.

Diese Höhenschwankungen können durch geringe Unterschiede der Leitkleberschichtdicke hervorgerufen worden sein, die beim manuellen Aufdrücken der Kristallschicht auf die auf dem Messingsubstrat ausgestrichene Leitklebermasse entstanden sein könnte.

## Ergebnis

Die Photoaktivität ist bei der gemessenen p- $WSe_2$ -Probe sehr inhomogen über die Oberfläche verteilt. Im Vergleich zwischen orts aufgelösten Photostrommessungen am SMSC und mikroskopischen Aufnahmen der Probe können viele Strukturen wie Bruchkanten oder Risse durch eine niedrige lokale Photoaktivität als Rekombinationszentren identifiziert werden.



Es werden aber auch Bereiche der Probenoberfläche mit höherer Photoaktivität gefunden, wofür es im Vergleich mit den mikroskopischen Aufnahmen keine Erklärung gibt.

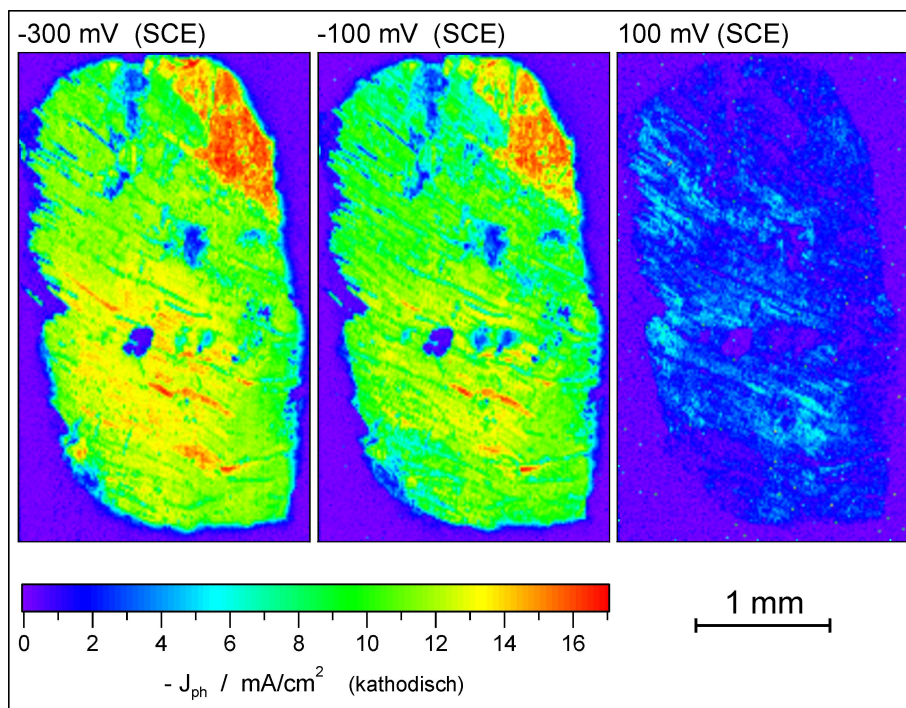
### 9.8.1 Stabilität einer p-WSe<sub>2</sub>-Probe im Iod/Iodid-Elektrolyten

In einer folgenden Messreihe an der gleichen p-WSe<sub>2</sub>-Probe (siehe Abb.9.10) wurde untersucht, ob nach einer Zeitspanne von vier Wochen, in der die Probe der üblicherweise verwendeten Elektrolytlösung (50 mM Iod/ 1 M KI) ausgesetzt war, Änderungen der Photoaktivität festzustellen wären.

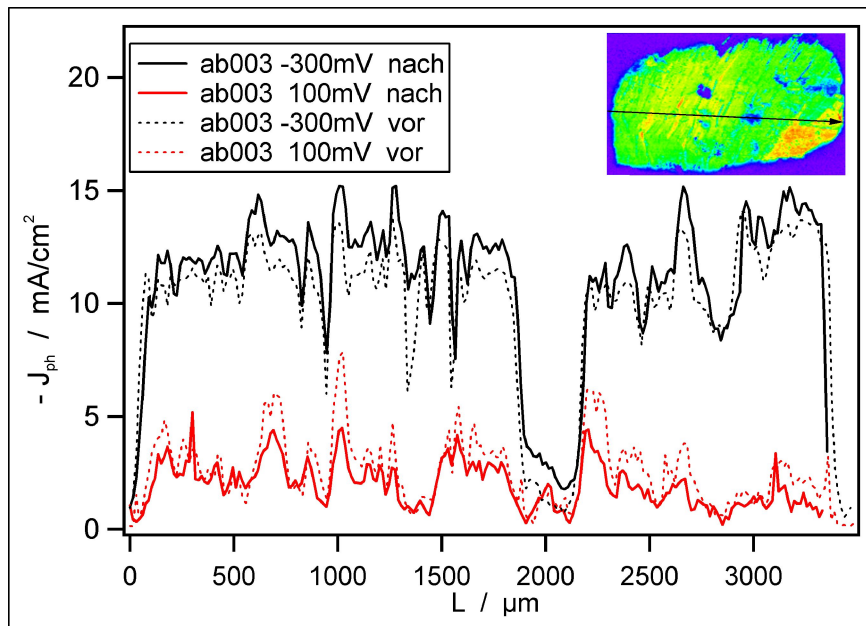
Es wurde eine zumindest schwache Korrosion im Bereich der möglichen Bruchzonen und ein Angriff der Epoxidversiegelung erwartet.

Auf den ersten Blick ist dagegen keine Veränderung zu beobachten. Die Versiegelung ist auch nach vier Wochen noch intakt und in den Photostromverteilungen sind keine Veränderungen feststellbar.

Bei genauerer Betrachtung, insbesondere der Schnittprofile (siehe Abb.9.11), die entlang der eingezeichneten Linie aus den zu den Photostromaufnahmen in Abb.9.10



**Abb. 9.10:** Stabilität der p-WSe<sub>2</sub>-Probe im Iod/Iodid-Elektrolyten: Auch nach vier Wochen dunkler Lagerung im Elektrolyten ist keine wesentliche Veränderung der Verteilung der Photostromdichten im Vergleich mit der Photostromaufnahme Abb.9.9 feststellbar. Auch die Epoxidversiegelung bleibt intakt. (Probe ab003; p-WSe<sub>2</sub> (abm001);  $I_{\text{Licht}}$  97 mW/cm<sup>2</sup>;  $\varnothing_{\text{spot}}$  20  $\mu\text{m}$ ;  $l_{\text{step}}$  15  $\mu\text{m}$ ; 0,05 M I<sub>2</sub> / 1 M I<sup>-</sup>; Pt-Kontakt.)



**Abb. 9.11:** Vergleich der Photoaktivität vor und nach Lagerung im Elektrolyten anhand von Photostromprofilen: Zunahme der Photoaktivität bei  $-300\text{ mV}$  um  $11\%$  und Abnahme bei  $+100\text{ mV}$  um  $23\%$ . (Probe ab003; p- $WSe_2$  (abm001);  $I_{\text{Licht}} 100\text{ mW/cm}^2$ ;  $\varnothing_{\text{spot}} 46\text{ }\mu\text{m}$ ;  $l_{\text{step}} 20\text{ }\mu\text{m}$ ;  $0,05\text{ M I}_2 / 1\text{ M I}^-$ ; Pt-Kontakt.)

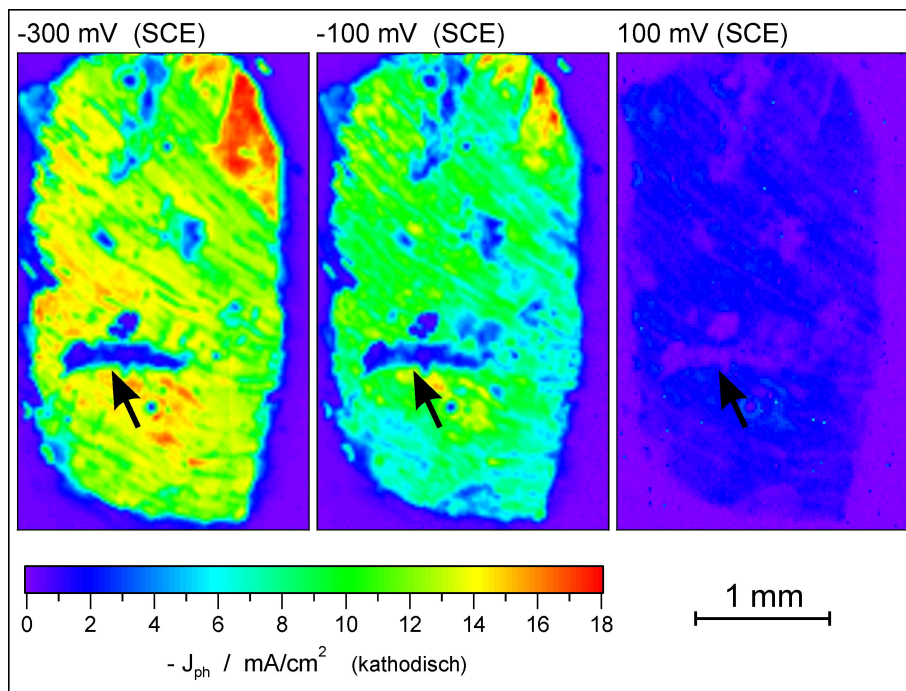
und den potentialgleichen Aufnahmen in Abb.9.9 ausgelesen wurden, ist jedoch eine signifikante Veränderung zu beobachten: Gemittelt über die gesamten Schnittprofile wird nach der Elektrolyteinwirkung bei  $-0,3\text{ V vs. SCE}$  eine leichte Zunahme der Photostromdichte um  $11\%$  beobachtet. Bei  $+0,1\text{ V vs. SCE}$  wird dagegen, über die Profile gemittelt, eine Abnahme der Photostromdichte von  $23\%$  festgestellt, die aber gemessen an den Photostromdichten bei  $-0,3\text{ V vs. SCE}$ , die den Sättigungsstromdichten nahe kommen, mit rund  $5,9\%$  nicht übermäßig ins Gewicht fallen.

Da beide Änderungen in entgegengesetzte Richtungen gehen, ist eine Meßungengenauigkeit, etwa der Lichtintensität oder des Laserspotdurchmessers als Ursache auszuschließen, zumal zwischen beiden Messungen keine Umjustierung der Apparatur vorgenommen wurde.

## Ergebnis

Auf den ersten Blick gibt es nach vierwöchiger Lagerung einer p- $WSe_2$ -Kristallprobe in der üblicherweise verwendeten Elektrolytlösung ( $0,05\text{ M I}_2 / 1\text{ M KI}$ ) keine deutliche Veränderung. Die Verteilung der Photostromdichten an der Probenoberfläche bleibt völlig unverändert und auch die Epoxidversiegelung bleibt intakt, deutliche lokale Korrosionseffekte werden nicht beobachtet.

Trotzdem zeigen Vergleiche von Schnittprofilen der Photostromdichten, daß im



**Abb. 9.12:** Im Bereich einer vorhergehenden Druckbelastung mit einem federnden Draht entsteht eine über den gesamten untersuchten Potentialbereich photoelektrochemisch inaktive Zone. (vorherige Reinigung: 45 min in 0,1 M HNO<sub>3</sub> / 0,3 M HCl) (Probe ab003; p-WSe<sub>2</sub> (abm001);  $I_{\text{Licht}}$  100 mW/cm<sup>2</sup>;  $\varnothing_{\text{spot}}$  46  $\mu\text{m}$ ;  $l_{\text{step}}$  20  $\mu\text{m}$ ; 0,05 M I<sub>2</sub> / 1 M I<sup>-</sup>; Pt-Kontakt.)

Mittel bei einem negativen Potential nahe der Sättigungsdichte (0,3 V vs. SCE) eine Steigerung der Photostromdichte von 11 % zu beobachten ist. Vor der Lagerung in der Elektrolytlösung beträgt die mittlere Stromdichte bei einem Potential von 0,1 V vs. SCE noch 25,7 % der Stromdichte bei -0,3 V vs. SCE. Nach vier Wochen im Elektrolyten geht sie um 23 % auf nur noch 19,8 % bezogen auf die Stromdichte nahe der Sättigung bei -0,3 V vs. SCE zurück.

### 9.8.2 Messungen nach lokaler Druckbelastung

An dieser Probe wurden, nach den in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen Messungen, auch einfache Untersuchungen zur Strom-Spannungscharakteristik von Metall-Halbleiterkontakten u.a. mit Platin- und Silberdrähten durchgeführt. Die dazu aufgenommenen Strom-Spannungskennlinien zeigten insbesondere bei Silber einen deutlich nicht-ohmschen Verlauf und gaben damit zu genaueren Untersuchungen der Proben und Kontakte mit Hall- und Leitfähigkeitsmessungen Anlaß.

Für diese Versuche wurden Drahtschleifen ( $\varnothing$  ca. 1 cm) gebogen, um bei vorsichtigem Kontaktieren des Halbleiters mit einer passenden Halterung aus Mikrobankkom-

ponenten<sup>20</sup> die Halbleiteroberfläche möglichst nur schwach und federnd zu belasten, wodurch eine Beschädigung vermieden werden sollte. Trotzdem zeigte sich in folgenden Photostromaufnahmen in Abb.9.12 im vormals belasteten Bereich dieser Probe ein völliger Rückgang der Photoaktivität über den gesamten vermessenen Potentialbereich von -0,3 V bis +0,1 V vs. SCE.

Möglicherweise wurde hier durch mikroskopisch kleine Brüche in der Halbleiterstruktur eine Vielzahl von effektiven Rekombinationszentren erzeugt.

Da die erneut vermessene Probe nicht wieder durch Spalten des Kristalls gereinigt werden konnte, wurde sie vor den Photostrommessungen und nach den mechanischen Belastungen durch Behandlung mit 0,1 M  $HNO_3$  / 0,3 M  $HCl$  für 45 min gereinigt. Auch dieser Prozess könnte an der Aufhebung der Photoaktivität an den mechanisch belasteten Probenbereichen beteiligt sein.

Diese Experimente weisen besonders auf die Empfindlichkeit der Schichtgitterkristalle gegenüber mechanischer Belastung hin, die insbesondere bei der Handhabung, während der Probenpräparation auftreten kann.

## Ergebnis

Nach lokaler federnder Belastung einzelner Bereiche eines p- $WSe_2$ -Kristalls und anschließender Reinigung in  $HNO_3$  / 0,3 M  $HCl$  zeigte sich ein völliges Verschwinden der Photoaktivität in den belasteten Bereichen. Dieser Befund deutet auf die mechanische Empfindlichkeit der Schichtgitterhalbleiterkristalle hin.

### 9.8.3 Messungen an einer natürlichen n- $MoS_2$ -Kristallprobe

Als eine der wenigen n-leitenden kristallinen Materialproben, die für diese Arbeit zur Verfügung standen, und die auch das Ablösen zentimetergroßer Proben ermöglichte, wurden anfangs einige Hoffnungen in eine natürliche n- $MoS_2$ -Probe gesetzt. Sie schien für weitere Experimente, wie photoelektrochemische Korrosions- bzw. Ätzversuche oder wegen der größeren möglichen Abmessungen für lokale chemische Oberflächenbehandlungen besonders geeignet.

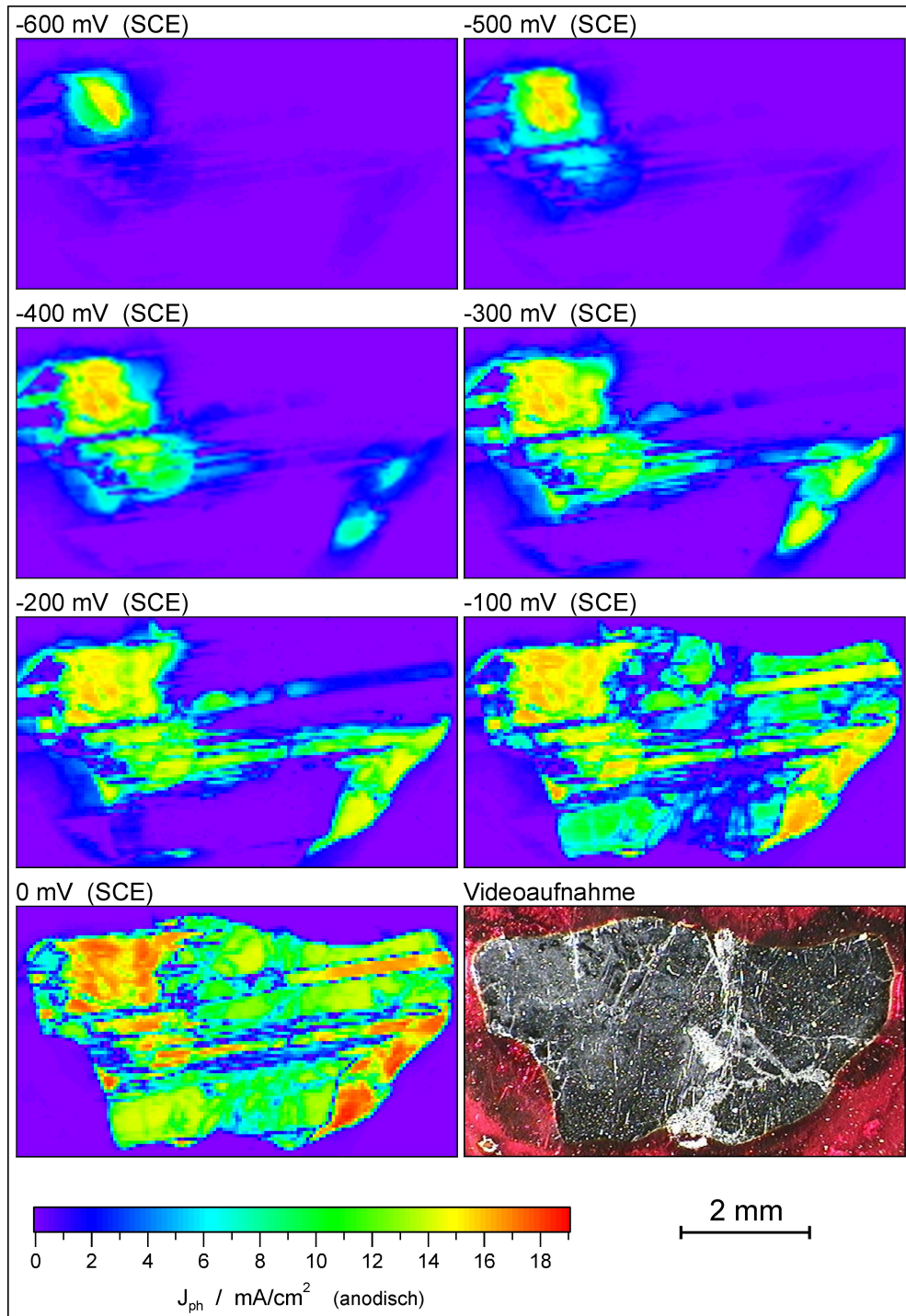
Aber schon in den ersten potentialabhängigen Photostrommessungen wurden diese Erwartungen enttäuscht (siehe Abb.9.13). Die frisch gespaltene Probe zeichnet sich durch eine Inhomogenität der Photoaktivität aus, die mit mikroskopischen Videoaufnahmen der Probenoberfläche in keinen Zusammenhang gebracht werden kann.

In der Potentialserie dieser n-leitenden Probe wird ein Anstieg der Photostromdichte mit zunehmend positivem Potential erwartet (und auch im Prinzip beobachtet), was mit einer zunehmenden Bandverbiegung nach oben und einer besseren Ladungsträgertrennung verbunden ist. Die lichtinduzierten Minoritätsladungsträger, hier die Löcher, können dadurch leichter zur Elektrodenoberfläche gelangen und dort elektrochemisch zur Oxidation von Iodid umgesetzt werden.

---

<sup>20</sup>Mikrobank; Spindler & Hoyer GmbH, Göttingen.





**Abb. 9.13:** Starke potentialabhängige Anisotropie der Photoaktivität bei einer natürlichen n-MoS<sub>2</sub>-Kristallprobe. Die Photoaktivität scheint in einzelnen Zonen sprunghaft mit steigendem Potential einzusetzen. (Probe ab007; natürliches n-MoS<sub>2</sub> (abm008);  $I_{Licht}$  106 mW/cm<sup>2</sup>;  $\varnothing_{spot}$  100  $\mu$ m;  $l_{step}$  50  $\mu$ m; 0,05 M I<sub>2</sub> / 1 M I<sup>-</sup>; Pt-Kontakt.)

Es existieren einzelne abgegrenzte Bereiche, bei denen die Photoaktivität bei sehr unterschiedlichen Potentialen, die sich um bis zu 0,5 V unterscheiden können, einsetzt. Dieses Phänomen wurde bei keinem anderen Material in dieser Ausprägung beobachtet.

Da dieses Material zuvor fälschlich als p-leitend angenommen wurde, wurde es wie die meisten Probenmaterialien mit Platinleitkleber rückkontaktiert. Es ist eine einem Schottky-Kontakt entsprechende, nicht-ohmsche Spannungscharakteristik des Rückkontaktes zu erwarten, die das Meßergebnis beeinflussen kann.

Trotzdem kann wegen der ausgeprägten Anisotropie der Photoaktivität der nicht-ohmsche Rückkontakt nicht allein die Ursache dieser Beobachtungen sein.

Da es sich um eine natürliche Materialprobe handelt, sind lokale Unterschiede in Zusammensetzung und Stärke der Dotierung als wahrscheinliche Ursache anzusehen. Auch zwischengelagerte Bereiche anderer Struktur, die den Ladungsträgertransfer zwischen den Schichten behindern, kämen möglicherweise als Mitursache in Frage.

Von ergänzenden Experimenten an diesem Material wurde daher im weiteren abgesehen.

## Ergebnis

Ortsaufgelöste Photostrommessungen einer natürlichen n- $MoS_2$ -Kristallprobe zeigen eine starke potentialabhängige Anisotropie der Photoaktivität, die anhand der mikroskopischen Videoaufnahme der Probe nicht erklärt werden können. Neben einem nicht-ohmschen Rückkontakt werden hauptsächlich lokale Schwankungen der Ladungsträgerkonzentration und der Zusammensetzung als Ursache angenommen.

## 9.9 Hohe Photostromdichten durch hemisphärische Diffusion analog zu Ultramikroelektroden

Bei einer Vielzahl von ortsaufgelösten Photostrommessungen unter Belichtung mit kleinen Laserspots ( $\varnothing \leq 100 \mu\text{m}$ ) wurden unerwartet hohe kathodische Photostromdichten bis über  $17 \text{ mA/cm}^2$  gemessen. Die Quantenausbeuten betragen unter Belichtung mit  $100 \text{ mW/cm}^2$  He/Ne-Laserlicht bei  $17 \text{ mA/cm}^2$  rund 33 %. Beispiele dafür sind Abb.9.10 (S.113), Abb.9.9 (S.111) und Abb.9.18 (S.126).

Die gemessenen hohen Photostromdichten übertreffen die berechnete Diffusionsgrenzstromdichte (siehe S.105) der kathodischen Triiodidreduktion in der verwendeten Elektrolytlösung ( $0,05 \text{ M I}_2 / 1 \text{ M I}^-$ ) von  $4,17 \text{ mA/cm}^2$  (siehe S.105) um ein Mehrfaches. Für die Berechnung der Grenzstromdichte wurde eine planare Diffusion bei einer durch Konvektion eingestellten Diffusionsschichtdicke von  $250 \mu\text{m}$  angenommen.

Auch bei der anodischen Oxidation von Iodid an einer n-leitenden Probe (Abb.9.13, S.117) wurden hohe Stromdichten von bis zu  $19 \text{ mA/cm}^2$  beobachtet. In diesem Fall ist die Höhe der Stromdichte allerdings weniger verwunderlich, da die berechnete Grenzstromdichte hier beim verwendeten Elektrolyten ( $0,05 \text{ M I}_2 / 1 \text{ M I}^-$ ) mit  $79,1 \text{ mA/cm}^2$  (siehe S.105) immer noch beträchtlich darüber liegt.