

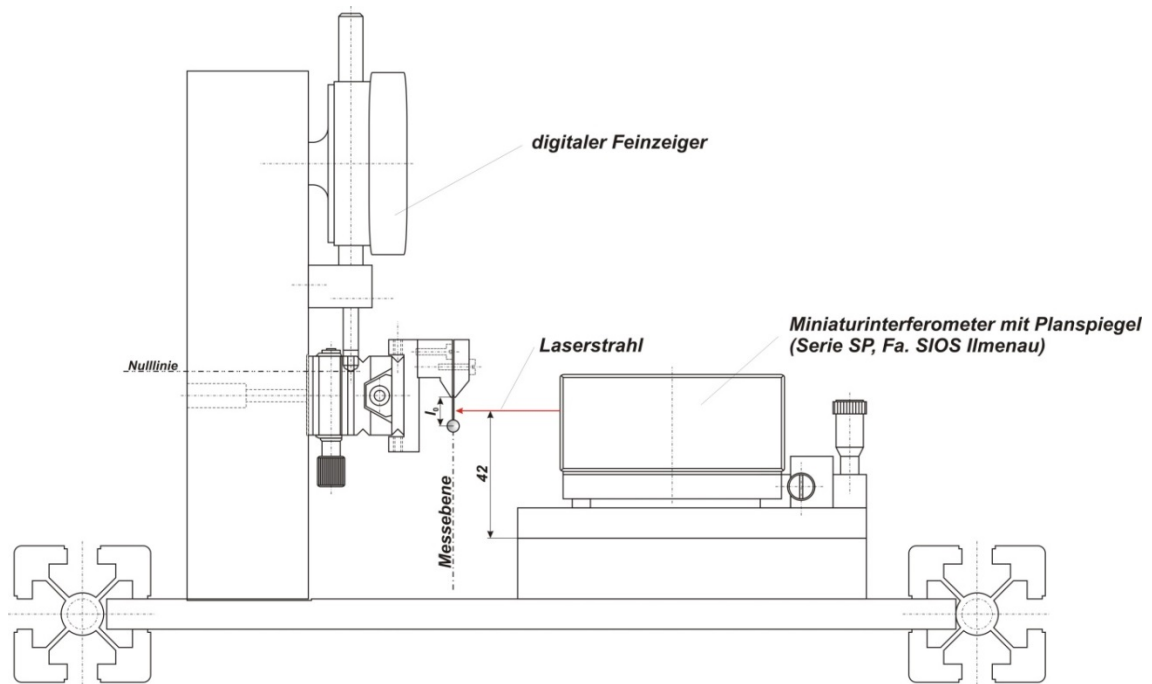
## **Kapazitive und ohmsche mikromechanische Schalter mit Brückenstrukturen aus Federstahl insbesondere für Hochfrequenzanwendungen - Basismodul**

Das wissenschaftliche Programm des Vorhabens beinhaltet die Zielsetzung, elektrostatisch betätigte kapazitive und ohmsche MEMS-Schalter unter Verwendung von aus Federstahl bestehenden Brückenstrukturen zu entwerfen, herzustellen, zu optimieren und zu charakterisieren. Die beweglichen Brücken sollen dabei in monolithischer Weise durch Kathodenzerstäubung von Federstahl und in hybrider Weise durch Verbinden des Substrats mit einer strukturierten Federstahlfolie hergestellt werden. Bei beiden Ansätzen sollen die kapazitiven oder ohmschen MEMS-Brücken durch Verwendung zusätzlicher elektrisch und thermisch hoch leitfähiger Metallschichten modifiziert werden. Dabei sollen zumindest beim monolithischen Ansatz auch Schalterstrukturen betrachtet werden, bei denen die Brücke sich dreigeteilt aus Federbereich (aus Federstahl), Kontaktbereich (z.B. unter Verwendung von Silber) und aus Federbereich (aus Federstahl) zusammensetzt. Für Hochfrequenzanwendungen werden bevorzugt monolithische MEMS-Schalter auch zusammen mit abstimmbaren und rekonfigurierbaren Filterstrukturen auf einem Halbleitersubstrat eingesetzt, wobei der Aufbau der Filter auf planaren oder koplanaren Leitern basieren soll. Die entsprechenden Filtercharakteristiken werden untersucht. Hybride ohmsche Schalter sollen insbesondere hinsichtlich ihrer Schalteigenschaften unter elektrischer Last charakterisiert werden. Die Ziele sind im Einzelnen:

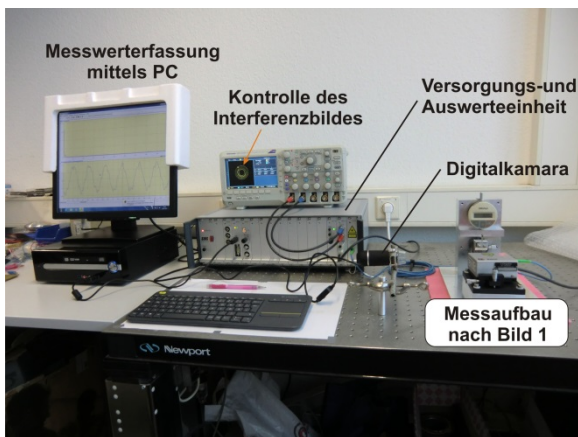
- Technologische Realisierung, Optimierung, messtechnische Untersuchung und Bewertung der entworfenen kapazitiven und ohmschen MEMS-Schalter mit Brücken aus gesputterten und strukturierten dünnen Schichten aus Federstahl und aus Schichtenstapeln, die hoch leitfähige Metallschichten beinhalten.
- Technologische Realisierung, messtechnische Untersuchung und Bewertung der entworfenen kapazitiven und ohmschen MEMS-Schalter mit Brücken aus strukturierter Federstahlfolie einschließlich hoch leitfähiger Kontaktbereiche.
- Design, Simulation, Herstellung und Charakterisierung von abstimmbaren und rekonfigurierbaren Filterstrukturen unter Verwendung monolithischer MEMS-Schalter.
- Charakterisierung hybrider ohmscher MEMS-Schalter als elektrische Lasten schaltende Elemente.

Die Einsatzgebiete derartiger MEMS-Schalter der Hochfrequenztechnik liegen vorrangig dort, wo Funkwellen höherer Leistung geschaltet werden müssen und eine hohe Zuverlässigkeit und eine lange mechanische Lebensdauer gefordert sind. Im Gegensatz zu herkömmlichen HF-Schalterkonzepten kann mit den her entwickelten MEMS-Schaltern eine vollständige Gleichspannungstrennung von Hochfrequenzsignal erreicht werden. Neben dem Einsatz als Leistungsschalter kann er auch als Frequenzweiche oder für schaltbare HF-Filter der Höchsthochfrequenztechnik zum Einsatz kommen. Die Möglichkeit, derartige MEMS-Schalterstrukturen mit Mitteln der Halbleitertechnik herstellen zu können, bietet langfristig einen erfolversprechenden Ansatz für neuartige HF-Schalter als Leistungsbaulement.

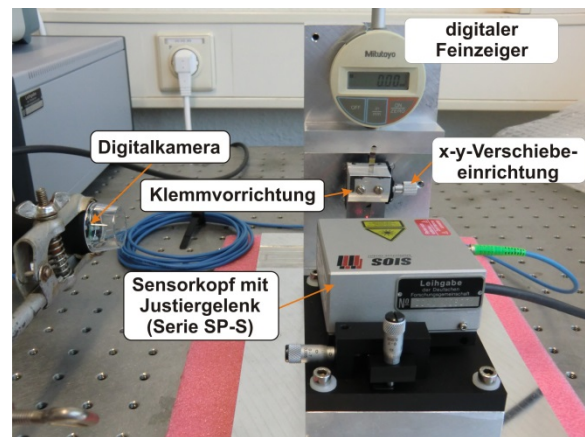
Dazu waren Untersuchungen zu den Materialien und den mit ihnen erreichbaren Schaltereigenschaften durchzuführen. Neben der technologischen Prozessentwicklung war auch die Entwicklung eines Messverfahrens zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften des Schaltermaterials, insbesondere der Messung seines Elastizitätsmoduls, notwendig, das erfolgreich abgeschlossen werden konnte. Die Prozessentwicklung zur Abscheidung der für den HF-Schalter erforderlichen Federstahlkomponente war so bisher nicht bekannt und konnte ebenfalls erfolgreich abgeschlossen werden. Hierfür war die Entwicklung einer neuen Sputterkammer mit einer eigenständigen Prozesskammersteuerung erforderlich.



**Bild:** Messeinrichtung zur Bestimmung der elastischen Eigenschaften der hergestellten Federstahlfolie.



Messaufbau zur Messung des E-Moduls von Metallfolien



Aufbau der Messeinrichtung zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls von Metallfolien.

**Bild:** Messeinrichtung zur Bestimmung der elastischen Eigenschaften der hergestellten Federstahlfolien und zur Messung des Verformungsverhaltens der MEMS-Schalter. Die Auslenkung des Pendels kann auf 0,1 nm (Messempfindlichkeit  $10^{10} \text{ m}^{-1}$ ) erfasst werden.