

Schwingende Flüssiglinsen für Fotohandys

Flüssiglinsen punkten als Autofokuslinsen damit, dass sich die Tröpfchenkrümmung und damit die Brennweite durch Anlegen einer elektrischen Spannung verändern lässt. Die den Effekt der Elektrobenetzung („Electrowetting“) ausnutzende Technik arbeitet schnell und spart im Vergleich zu herkömmlicher Optik einiges an Platz. Fotohandys mit solchen Linsen hat die Lyoner Firma Varioptic bereits auf den Markt gebracht. Nun präsentieren Forscher vom Rensselaer Polytechnic Institute in Troy, New York, eine originelle neue Methode, mit Flüssiglinsen noch ein Stück rascher und effizienter scharfe Bilder zu erhalten (C. A. López et al, Nature Photonics, Online-Veröffentlichung vom 21. September 2008, doi: 10.1038/nphoton.2008.198).

Herkömmliche Flüssiglinsen haben nach Meinung der Forscher einige Schwächen. So muss einerseits die angelegte Spannung für Anwendungen verhältnismäßig hoch dimensioniert werden. Außerdem ändert das Electrowetting-Phänomen die Tröpfchenform so abrupt, dass unerwünschte Nachschwingungen auftreten. Wählt man für Linse und umgebendes Medium zähe Flüssigkeiten, dämpft das zwar diese Bewegungen. Die Reaktionszeit wird dadurch aber verlängert.

Amir Hirsra und seine Kollegen umgehen diese Schwierigkeiten, indem sie gar nicht erst versuchen, die Tropfen in der jeweils für eine scharfe Abbildung benötigten Form zu fixieren. Sie lassen stattdessen zwei Wassertropfen, die die Flüssiglinse bilden, in einer engen Teflonröhre kontinuierlich mit einer bestimmten Frequenz hin- und herschwin-

gen. Das Fotomotiv wird so je nach seiner Entfernung zur Linse periodisch scharf und unscharf abgebildet. Aus den durch die sich ständig verändernde Linse fortlaufend elektronisch aufgenommenen Bildern sortiert eine Software die unscharfen Fotos aus – übrig bleibt ein Strom scharfer Bilder. Diese können auf diese Weise deutlich schneller erhalten werden als beim Electrowetting-Verfahren, bei dem die Flüssiglinse für jedes Bild erst einmal zur Ruhe kommen muss.

Für die Versuche bohrte das Team durch eine nicht ganz zwei Millimeter dicke Teflonplatte ein Loch mit knapp 1,7 mm Durchmesser. Die eingefüllten Wassertropfen bleiben aufgrund von Oberflächenspannungseffekten in der Röhre gefangen. Schallwellen aus einem kleinen Lautsprecher regen nun je nach Frequenz Schwingungen der Tröpfchen in der Röhre mit niedrigerem oder höherem Ausschlag an. Die beiden Tropfen ändern ihre Form dabei nur geringfügig so, dass die beiden Außenseiten, die die Linsenwirkung erzielen, stets in sehr guter Näherung sphärisch bleiben. Das ist wichtig, weil nur kugelförmige Abschnitte als Linsen die erforderliche optische Güte haben – und nicht selbstverständlich: Erst das Experiment zeigte den Forschern, dass diese Voraussetzung erfüllt wird.

Die Resonanzfrequenz, die die höchsten Amplituden erzeugt, fand die Gruppe in guter Übereinstimmung mit Vorausberechnungen bei 49 Hertz, was immerhin Videoaufnahmen mit zumindest 49 Bildern pro Sekunde ermöglichen würde. Hier ist nach Meinung der Forscher mit einer Verkleinerung der Tropfen noch einiges zu holen, denn die Resonanzfrequenz steigt mit der anderthalbfachen Potenz des reziproken Tröpfchendurchmessers. Hirsra hält es für möglich, 100 000 Schwingungen pro Sekunde zu realisieren. Das Verfahren ist nicht nur schneller als die Verformung mit dem Electrowetting-Verfahren, sondern die Anregung mit Schallwellen ist laut Hirsra auch sehr energieeffizient, sodass künftige Anwendungen auch mit winzigen Lautsprechern auskämen.

Trotz dieser Vorteile ist mit marktreifen Anwendungen nicht so bald zu rechnen, da noch einige Entwicklungsarbeit ansteht. Einfachheitshalber sind in den Modellversuchen der Forscher beispielsweise die Tröpfchen von Luft umgeben, was in Anwendungen schon wegen des Problems der Tröpfchenverdunstung kaum praktikabel ist. Stattdessen kommen laut Autoren für Tröpfchen und umgebendes Medium nur zwei Flüssigkeiten mit unterschiedlichen Brechungsindizes in Frage, was insbesondere die Stoßunempfindlichkeit des Systems sicherstellt. Gegenüber bisherigen Flüssiglinsen hätte man dann aber den Vorteil, dass diese Flüssigkeiten nur in etwa so zäh sein müssen wie Wasser.

(Dr. Veronika Winkler/anm)



Bild: Rensselaer Polytechnic Institute/Carlos A. López

Die drei Serien von Momentaufnahmen zeigen, wie ein als Autofokuslinse dienendes Wassertropfenpaar in einer Teflonröhre bei unterschiedlich starker Anregung hin- und herschwingt. Je nach Entfernung des Fotomotivs wird das Bild in unterschiedlichen Phasen des Umlaufs scharf.