

■ Die bewegte Maus

Optische Computermäuse nutzen das Reflexions- und Streuverhalten ihrer Unterlage für die Cursorbewegung aus. Selbst für Glastische gibt es inzwischen geeignete Modelle.

Tippen, Wischen, Spracheingabe – die Bedienungsmöglichkeiten von Computern sind im Lauf der Zeit vielfältiger geworden. Was aber nach wie vor zum festen Bestandteil vieler Arbeitsplatzrechner gehört, ist die Maus, die in den 1960er-Jahren entwickelt wurde und seit rund einem Vierteljahrhundert fester Begleiter vieler Büroangestellter ist. In dieser Zeit hat sie sich von einem mechanischen zu einem optischen Gerät gewandelt. Das grundlegende Prinzip änderte sich dadurch nicht: Der Nutzer kann durch Bewegungen der Maus den Cursor auf dem Bildschirm steuern. Dazu zerlegt die Maus die Bewegung in Echtzeit in eine x- und y-Komponente und reicht diese Information an den Rechner zur Steuerung des Cursors weiter.

In den letzten 15 Jahren haben sich optische Mäuse gegen ihre mechanischen Vorläufer durchgesetzt, weil sie weniger störanfällig sind. Mechanische Mäuse mit einer Rollkugel an der Unterseite mussten regelmäßig gereinigt werden. Bei optischen Mäusen ist das nicht erforderlich, weil sie keine mechanischen Komponenten haben, an denen sich Staub sammeln kann. Für die Detektion der Bewegung nutzen sie die direkte Reflexion des Lichtstrahls an der Tischoberfläche. Als Strahlungsquelle dienen Leuchtdioden oder Laser, die beispielsweise unter einem Winkel von 30° gegen die Vertikale geneigt sind. Das direkt reflektierte Licht fällt auf einen Detektor, meistens einen CMOS-Bildsensor, der in der gleichen Ebene unter dem gleichen Winkel von 30° zur anderen Seite der Vertikalen geneigt ist. Während der Nutzer die Maus auf der Tischoberfläche bewegt, erfasst der Sensor das reflektierte Licht mit einer Rate von mehreren tausend Bildern pro Sekunde. Aufgrund der Mikrorauigkeit der Tischoberfläche unterscheiden sich die Bilder leicht voneinander. Diese Unterschiede nutzt die in die Maus integrierte



Mithilfe der Maus lässt sich der Cursor am Bildschirm steuern. Sie erfasst die

Bewegungen auf der Schreibtischfläche optisch anhand des reflektierten Lichts.

Auswertelogik, um die x- und y-Koordinaten der Bewegung zu ermitteln. Dazu bedient sie sich der Bildkorrelation: Pixel für Pixel bzw. Pixelgruppe für Pixelgruppe vergleicht die Logik, wie stark die Bilder voneinander abweichen und leitet daraus den „Verfahrweg“ in x- und y-Richtung ab.

Eine Zeitlang galt die Lasermaus, die 2004 ihr Marktdebüt hatte, gegenüber der LED-Maus als überlegen, weil sie eine höhere Auflösung erzielen konnte. Aktuelle Mäuse weisen aber unabhängig von der Strahlungsquelle vergleichbare Kenndaten auf. So besitzt eine typische Büromaus eine Auflösung von etwa 800 bis 1200 Dots per Inch (dpi) und eine Bildwiederholrate von 2400 bis 3000 Frames per Se-

cond (fps). Mäuse, die speziell auf die Bedürfnisse von Spielern abgestimmt sind, haben eine Auflösung von 500 bis 7000 dpi sowie eine Bildwiederholrate von 12000 fps. Die Auflösung einer Gamer-Maus variiert in einem größeren Bereich, weil in Computerspielen einerseits rasche, weiträumige Bewegungen erforderlich sind und andererseits sehr filigrane. Technisch möglich wären in Mäusen heutzutage Auflösungen bis zu 12000 dpi – also zwei Mikrometer. Allerdings wäre das zu viel des Guten, weil für die Bewegung des Cursors keine so hohe Genauigkeit erforderlich ist. Zudem müsste das hochauflösende Signal zunächst von starken Störungen befreit werden, die ansonsten unterhalb der Auflösungsschwelle liegen.



Im Dunkelfeld

Für die meisten Anwendungen sind optische Mäuse bereits sehr ausgereift. Daher haben die Hersteller ihr Augenmerk in den vergangenen Jahren vor allem auf Ergonomie und energieeffizientes Arbeiten mit kabellosen Geräten gelegt. Trotzdem gibt es auch auf der Detektionsseite Weiterentwicklungen. Ein Beispiel ist ein Verfahren, das Anleihen bei der Dunkelfeld-

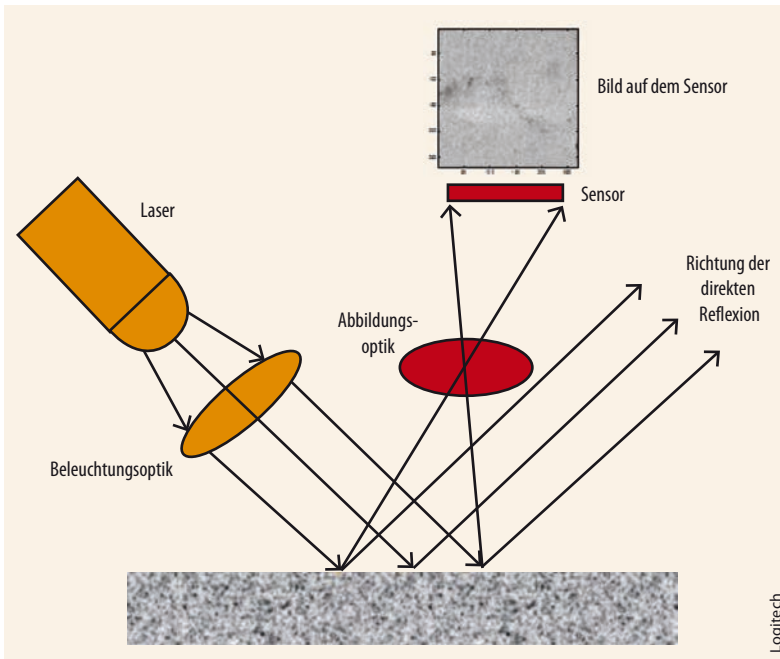


Abb. 1 Mäuse, die mit der Dunkelfeldtechnik arbeiten, nutzen nur diffus gestreutes Licht, das zu einem Sensor gelangt, der parallel zur Oberfläche liegt. Auf einer opaken Fläche arbeitet die Maus wie immer, allerdings hat das

gestreute Licht eine viel geringere Intensität als in der konventionellen Anordnung. Auf Glas dienen Verunreinigungen wie Staub als Streuzentren. Sie erscheinen auf dem Sensor als helle Strukturen vor dunklem Hintergrund.

mikroskopie macht und sich auch für die immer beliebteren Glas-tische eignet. Auf Glasoberflächen nämlich bekommen viele optische Mäuse Probleme, weil der direkt reflektierte Anteil des Lichts extrem gering ist. Hier kommt die Dunkelfeldtechnik ins Spiel (**Abb. 1**). Mit der seit mehreren Jahrhunderten bekannten Dunkelfeldmikroskopie begegneten Wissenschaftler einst dem Problem, dass transparente kontrastarme Objekte im Lichtmikroskop nur schlecht zu sehen waren. Im Dunkelfeldmikroskop wird daher das direkt ins Objektiv fallende Licht blockiert, sodass nur die am Präparat gestreuten Lichtstrahlen, die unter einem großen Winkel ins Objektiv fallen, zum Betrachter gelangen können. Befindet sich kein Streuzentrum – kein Objekt – an der richtigen Stelle, erscheint das Bildfeld im Mikroskop dunkel. Wird dagegen Licht von einem Objekt ins Objektiv gestreut, so sieht der Betrachter das Objekt als helle Struktur vor dunklem Hintergrund.

Bei der Computermaus muss der Sensor entsprechend parallel zur Oberfläche stehen. Das stellt sicher, dass das an der Oberfläche

direkt reflektierte Licht nicht auf den Sensor fällt. Die Verunreinigungen auf einer Glasfläche, wie kleine Staubkörner oder Fingerabdrücke, dienen als Streuzentren für das Dunkelfeldbild. Die Dunkelfeldmaus funktioniert auch bei konventionellen Schreibtischen. Da sie aber nur über den parallel stehenden Sensor verfügt, nutzt sie allein das diffus gestreute Licht für die Bewegungserkennung. Das funktioniert bislang allerdings wegen der höheren Lichtintensität und dem damit einhergehenden besseren Signal-Rausch-Verhältnis nur mit Lasern als Strahlungsquelle, nicht mit LEDs.

In weniger als 50 Jahren hat sich die Maus von den Prototypen im klobigen Holzgehäuse zu einem wendigen Hightechgerät entwickelt, das in allen Lebenslagen und auf verschiedenen Oberflächen jede Bewegung mitmacht.

Michael Vogel

*

Ich danke François Morier von der Logitech Europe S.A. in Lausanne für hilfreiche Erläuterungen.