



„Wir waren auf eine Goldmine gestoßen.“

Interview mit den Gründern von Menlo Systems

Maike Pfalz

Im Jahr 2005 wurde Theodor Hänsch für seine Beiträge zur Entwicklung hochpräziser Laserspektroskopie, inklusive der Frequenzkamm-Technologie, mit dem Physik-Nobelpreis ausgezeichnet. Bereits vier Jahre zuvor hatte Hänsch mit seinen damaligen Doktoranden Michael Mei und Ronald Holzwarth die Menlo Systems GmbH gegründet, um die Frequenzkamm-Technologie zu vermarkten. Heute zählt Menlo Systems zu den Marktführern in der hochpräzisen Messtechnik mit modernster Lasertechnologie und beschäftigt weltweit über 150 Mitarbeitende.

Was war damals der Anlass für die Entwicklung des Frequenzkamms?

Theodor Hänsch: In den 1990er-Jahren führten wir Präzisionsmessungen am Wasserstoffatom durch. Bald hatten wir die Möglichkeiten ausgeschöpft, die Wellenlängen zu messen. Die Frequenzmessung war dagegen ein fast unmögliches Unterfangen.

Aus welchem Grund?

Hänsch: Es gab nur eine Handvoll Metrologielabors weltweit, die riesige Aufbauten besaßen, um eine einzige Frequenz mit der Cäsium-Atomuhr zu vergleichen. Sowa konnten wir uns nicht leisten. Eine erste Idee bestand darin, Differenzfrequenzen mit kompakten Diodenlaser-Stufen wiederholt zu halbieren. Parallel dazu verfolgten wir einen anderen Ansatz,

die Messung optischer Frequenzen mithilfe des Kammspektrums eines modengekoppelten Femtosekundenlasers.

Das hat die Frequenzmessung vereinfacht?

Hänsch: Mit diesen Lasern konnten wir Frequenzkämme erzeugen, die man wie ein Lineal benutzen kann, um Abstände zwischen Linien zu messen. Wir waren damals die ersten, die solche Kammlinien gesehen haben. Später konnten wir bestätigen, dass der Abstand zwischen ihnen präzise einem Vielfachen der Frequenz entspricht.

Woher kam die Idee?

Hänsch: Als Gastprofessor an der Universität von Florenz habe ich 1997 einen Kollegen besucht, der Licht eines verstärkten Femtosekundenlasers in eine Kristallscheibe fokussierte und damit weißes Licht erzeugte. Ich schlug vor, ein vorhandenes Michelson-Interferometer zu benutzen, um den Laserstrahl in zwei Teilstrahlen aufzuspalten, die wir an zwei benachbarten Stellen in den Kristall fokussierten. Das war ein Schlüsselmoment.

Und was war zu sehen?

Hänsch: Wir haben wunderschöne Regenbogenfarben gesehen mit Interferenzstreifen in allen Farben. Diese Idee eines Frequenzkammgenerators habe ich im März 1997 aufgeschrieben und von zwei Mitarbeitern bezeugen lassen. Danach sind wir die Realisierung konkret angegangen. Den ersten oktavenumspannenden Frequenzkamm konnten wir zeitgleich mit der Gruppe von John Hall erzeugen.

◀ Auch in der Astronomie spielt der Frequenzkamm eine wichtige Rolle als präzises Kalibrationswerkzeug. Gezeigt ist das Spektrum eines Astrokamms mit den einzelnen Kammlinien vor dem Hintergrund eines Teleskops in der Atacamawüste in Chile.

Haben Sie direkt das Potenzial für eine kommerzielle Vermarktung erkannt?

Hänsch: Der Fortschritt war enorm: Während man vorher eine Fabrik brauchte, um eine einzige optische Frequenz zu messen, hatten wir nun einen Aufbau von der Größe eines Schuhkartons, mit dem wir jede beliebige Frequenz messen konnten. Das war eine Revolution! Deswegen kam uns die Idee, eine Firma zu gründen.

Das war damals noch nicht sehr üblich.

Hänsch: Richtig, damit wollte niemand etwas zu tun haben. Aber ich hatte zwei mutige Doktoranden, die das trotzdem wagen wollten.

Ronald Holzwarth: In der Tat waren wir – ohne es zu wissen – auf eine Goldmine gestoßen. Noch während wir daran wissenschaftlich gearbeitet haben, erhielten wir Einladungen zu Konferenzen weltweit, weil alle wissen wollten, wie der Frequenzkamm funktioniert. Durch dieses Interesse zeichnete sich der Weg zur Firmengründung für uns ab.

Wie sind Sie das angegangen?

Holzwarth: Wir haben die Firma mittels Bootstrapping aufgezogen, das heißt, wir haben Interessenten gesucht, die den Frequenzkamm bestellt und per Vorkasse bezahlt haben, obwohl es das Produkt noch nicht gab und die Firma in der Gründungsphase war. Am Ende meiner Promotion hatten wir einen Frequenzkamm auf einem kleinen optischen Tisch aufgebaut, den wir auf Messen zeigen konnten. Tatsächlich haben wir zwei Kunden gefunden, mit deren Anzahlung wir unsere Firma starten konnten.

Hatten Sie zu diesem Zeitpunkt bereits ein Patent auf die Erfindung?

Michael Mei: Wir hatten die Patente angemeldet, teilweise waren sie schon in der Erteilungsphase. Aber damals galt es noch zu klären, wie Menlo Systems die Rechte erhält. Denn uns fehlte das Geld, um dafür zu bezahlen.

Gab es Unterstützung bei der Ausgründung?

Mei: In der Max-Planck-Gesellschaft gibt es eine Technologietransfer-Gesellschaft, die Max-Planck-Innovation GmbH. Mit ihr zusammen haben wir einen Weg für uns gefunden: Die Patentrechte gingen weltweit exklusiv an unsere Firma, im Austausch für Anteile an der neuen GmbH. Die Max-Planck-Gesellschaft wurde dadurch Anteilseigner.

Hatten Sie weitere Starthilfen?

Mei: Zusätzlich hatten wir eine Förderung aus dem Programm „Erleichterung von Existenzgründungen aus Forschungseinrichtungen“, aus der wir unsere ersten bescheidenen Gehälter zahlen und die Firma aufbauen konnten. Ein Jahr später sind wir aus dem Institut ausgezogen in das Innovationszentrum nach Martinsried.

Was war das Ziel der Ausgründung?

Mei: Wir haben den Anspruch, neueste Technologie aus dem Labor einem breiteren Anwenderkreis zur Verfügung zu stellen. Das haben wir mit dem Frequenzkamm demonstriert, aber mit den Jahren haben wir das Produktportfolio

diversifiziert. Das ist sicher einer der Gründe, warum wir auch nach mehr als 20 Jahren noch erfolgreich sind.

Welche Produkte gehören zum Portfolio?

Mei: Wir haben sukzessive neue Produkte aufgenommen – unter anderem, um den Frequenzkamm zu verbessern, wie den Femtosekunden-Faserlaser. Das sind kompakte und bedienerfreundliche Laser. Wir haben auch weitere Produktfamilien für Präzisionsanwendungen aufgebaut: Faserlaser, die Terahertz-Technologie und ultrastabile Laser.

Hatten Sie auch persönliche Unterstützer?

Mei: Herr Hänsch ist über all die Jahre ein wichtiger Mentor geblieben – ohne ihn wäre das nicht gegangen. Eine andere wichtige Person war Alex Cable, Gründer der Thorlabs. Ihn haben wir 2001 auf einer Messe in Amsterdam kennengelernt. Er ist als Businessangel und Gesellschafter bei der Menlo Systems GmbH eingestiegen und hat uns beim Aufbau geholfen.

Was haben Sie von ihm gelernt?

Mei: Durch die Thorlabs haben wir neue Vertriebskanäle erschlossen und gelernt, wie die Produktion funktioniert – von der Einzelfertigung zur kleinen Serie. Außerdem haben wir die Firmenphilosophie der Thorlabs übernommen, dass der Kunde im Mittelpunkt steht.

Wann waren Sie mit der Firma über den Berg?

Mei: Als die ersten Firmen versuchten, uns zu kopieren, war das für uns das Zeichen, dass wir auf dem richtigen Weg sind. Aber Stillstand darf es niemals geben, denn in der Sekunde, in der man sich zurücklehnt, hat man schon verloren.

Holzwarth: Wir haben immer neue Anwendungsfelder erschlossen und mit unseren Kunden zusammen diese Ergebnisse in renommierten Zeitschriften publiziert. Uns zeichnet aus, dass wir auf die Wünsche der Kunden eingehen, auch wenn die Geräte dann sehr speziell werden.

Was sind die wichtigsten Anwendungen des Frequenzkamms?

Holzwarth: Ursprünglich wurde der Frequenzkamm entwickelt für die Präzisionspektroskopie am Wasserstoff, aber dabei ist es nicht geblieben. Es überrascht mich immer wieder, was sich mit dieser Erfindung alles machen lässt.



2001 gründeten Theodor Hänsch (rechts) und zwei seiner Doktoranden die Menlo Systems GmbH. Michael Mei (2. v. l.) ist CEO der Firma, Ronald Holzwarth (2. v. r.) CTO. Ein wichtiger Unterstützer war Alex Cable (links), Gründer der Thorlabs und Gesellschafter bei Menlo.



Auch für das Quantencomputing bietet Menlo Systems passende Produkte an. Von groß und kundenangepasst (wie abgebildet) bis handlich und standardisiert.

Unsere größten Kunden sind die nationalen Metrologieinstitute, weil sie hochpräzise Messinstrumente benötigen.

Gab es auch überraschende Anwendungen?

Holzwarth: Die Astronomie hatten wir ursprünglich nicht auf dem Schirm. Dort geht es beispielsweise darum, erdähnliche Planeten in anderen Sonnensystemen zu finden. Eine Methode dafür ist die Analyse des Lichts, das von diesen Sternen kommt. Um die winzigen Doppler-Verschiebungen nachzuweisen, muss man sehr präzise kalibrieren. Hier hat sich der Frequenzkamm durchgesetzt. Aktuell entwickeln wir einen Frequenzkamm, der in wenigen Jahren auf die Internationale Raumstation kommen soll, um dort für Uhrenanwendungen zur Verfügung zu stehen.

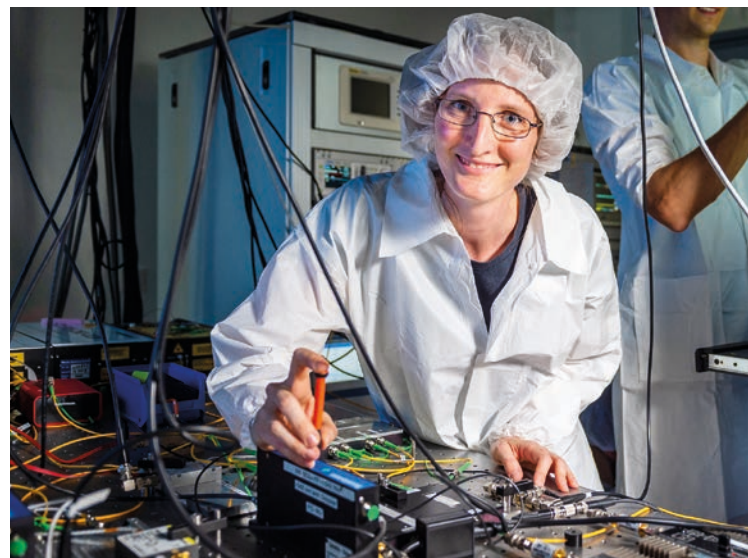
Hänsch: Wir sind immer noch dabei, neue Anwendungen zu erschließen. Sehr fruchtbar ist dabei die Tatsache, dass die Linien eines Frequenzkamms sehr genau bekannt sind. Das ist beispielsweise für die Molekülspektroskopie interessant. Aber es gibt auch lustige Effekte: Wir haben kürzlich gezeigt, dass man mit Frequenzkämmen digitale Holografie betreiben kann, und zwar spektral aufgelöst. Damit lassen sich Dimensionen im Nanometerbereich bestimmen.

An welchen Projekten arbeiten Sie aktuell?

Mei: Die Quantentechnologien sind hochaktuell. In Deutschland gibt es viele Programme, um Quantencomputer zu realisieren. Letztlich geht es bei den verschiedenen Ansätzen dafür immer darum, Qubits zu generieren, auszulesen und zu manipulieren. Beispielsweise mithilfe von Atomen oder Ionen, die man mittels Laser kontrolliert. Wir haben dafür ein System entwickelt, das die Technologien aus unserem Hause in einem Komplettsystem kombiniert.

Gibt es auch bei den optischen Uhren noch Weiterentwicklungen?

Holzwarth: Auch in diesem Feld macht die Entwicklung nicht halt. Die Uhren werden immer besser. Die Atome oder Ionen sind darin die Taktgeber, aber diese ticken so schnell, dass sich die Signale mit herkömmlichen Methoden nicht mehr verarbeiten lassen. Daher braucht man den



Hochpräzise und hochstabile Lasersysteme werden vor der Auslieferung mit Inhouse-Referenzsystemen eingemessen und abgeglichen.

Frequenzkamm als Uhrwerk, und das sollte stets etwa eine Größenordnung besser sein als die Uhr. Derzeit liegen wir bei einer relativen Genauigkeit von 10^{-20} .

Haben Sie auch Industriepartner?

Holzwarth: Wir haben ein großes Projekt aus der industriellen Messtechnik, wo unsere Werkzeuge eingesetzt werden. In diesem Bereich versprechen wir uns weiterhin ein großes Wachstum.

Wo möchten Sie in fünf bis zehn Jahren stehen?

Holzwarth: Am liebsten hätten wir einen Frequenzkamm in jedem Smartphone. Es gibt Bestrebungen für photonische integrierte Schaltkreise, die einfache spektroskopische Aufgaben erledigen können. Dafür entwickeln wir seit einiger Zeit mit Partnern zusammen die Technologien, also Frequenzkämme mit integrierter Photonik.

Mei: Das andere Thema, bei dem wir mitspielen möchten, sind die Quantencomputer. Wir haben die Firma in den letzten Jahren auch breiter aufgestellt und Niederlassungen in Japan und China gegründet, um die Kundschaft vor Ort versorgen zu können. Diese Kundennähe ist sehr wichtig.

Was treibt Sie über 20 Jahre nach der Ausgründung noch an?

Hänsch: Das Forschen liegt mir einfach im Blut. Schon als Schüler habe ich gerne geforscht, und das hat nie nachgelassen: Es macht immer noch Spaß, weil immer neue Ideen aufkommen und wir immer wieder mit neuen Werkzeugen neue Fragen stellen können. Da ist kein Ende in Sicht.

Kontakt

Menlo Systems GmbH, Headquarters, Bunsenstr. 5, 82152 Martinsried
Tel.: +49 89 189166-0, sales@menlosystems.com, www.menlosystems.com

Neuste Fortschritte in der Frequenzkammtechnologie präsentiert Menlo Systems GmbH auf der Laser World of Photonics in der Produktreihe FC1500-NOVA der Öffentlichkeit.