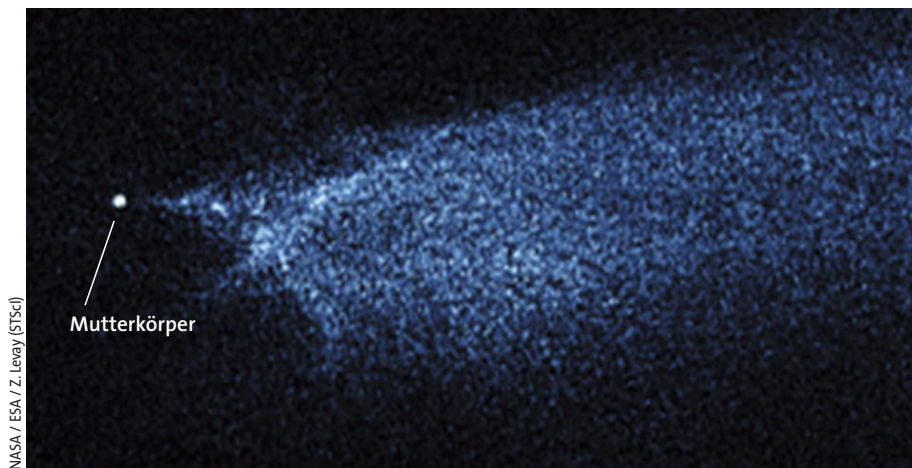




Auf dieser Vergrößerung des Kernbereichs von P/2010 A2 vom 29. Januar 2010 zeigen sich der vorauslaufende, 120 Meter große Mutterkörper und die eigentümliche X-förmige Struktur des Staubschweifs, für die es noch keine eindeutige Erklärung gibt.

Objekt P/2010 A2 – ein Zusammenstoß im All

Der Himmelskörper P/2010 A2 ist offenbar wirklich das Resultat einer Kollision von zwei Asteroiden im Gürtel zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter.

Untersuchungen mit dem Weltraumteleskop Hubble und der Kometensonde Rosetta erhärten nun dieses Bild.

Erstmals konnten Astronomen sozusagen »live« eine Kollision zwischen zwei Himmelskörpern im Sonnensystem beobachten, als am 6. Januar 2010 das Objekt P/2010 A2 von der automatischen Himmelsüberwachung LINEAR, dem »Lincoln Near-Earth Asteroid Research« in Arizona entdeckt wurde. Die Aufgabe von LINEAR ist es, den von dort aus sichtbaren Himmel nach erdnahen Asteroiden abzusuchen und solche zu identifizieren, die sich möglicherweise auf Kollisionskurs mit der Erde befinden. Schon kurz nach der Entdeckung fiel auf, dass dieser Himmelskörper einen Schweif aufwies. Die Entdecker stuften ihn deshalb als Kometen ein und er erhielt die für Kometen übliche vorläufige Bezeichnung P/2010 A2, die bis heute gültig ist.

Das Objekt erregte das Interesse eines Forscherteams um Javier Licandro, das ihn am 14. Januar 2010 mit dem Nordic Optical Telescope auf den Kanaren näher untersuchte (siehe SuW 3/2010, S. 16). Dabei entdeckten die Astronomen, dass P/2010 A2 in unmittelbarer Nähe von einem kleinen Himmelskörper begleitet wurde, der sich in Formation mit dem mutmaßlichen Kometen bewegte. Außerdem stellten die Forscher fest, dass der Komet keine zentrale Kondensation besaß und dass eine Koma aus ionisiertem Gas fehlte. Zudem bestand der Schweif lediglich aus Staub. Daher vermutete das Team,

dass P/2010 A2 in Wirklichkeit das Resultat einer Kollision zwischen zwei Asteroiden war und auf den Bildern nun die Entwicklung der Trümmerwolke zu verfolgen ist.

Kollision im Asteroidengürtel

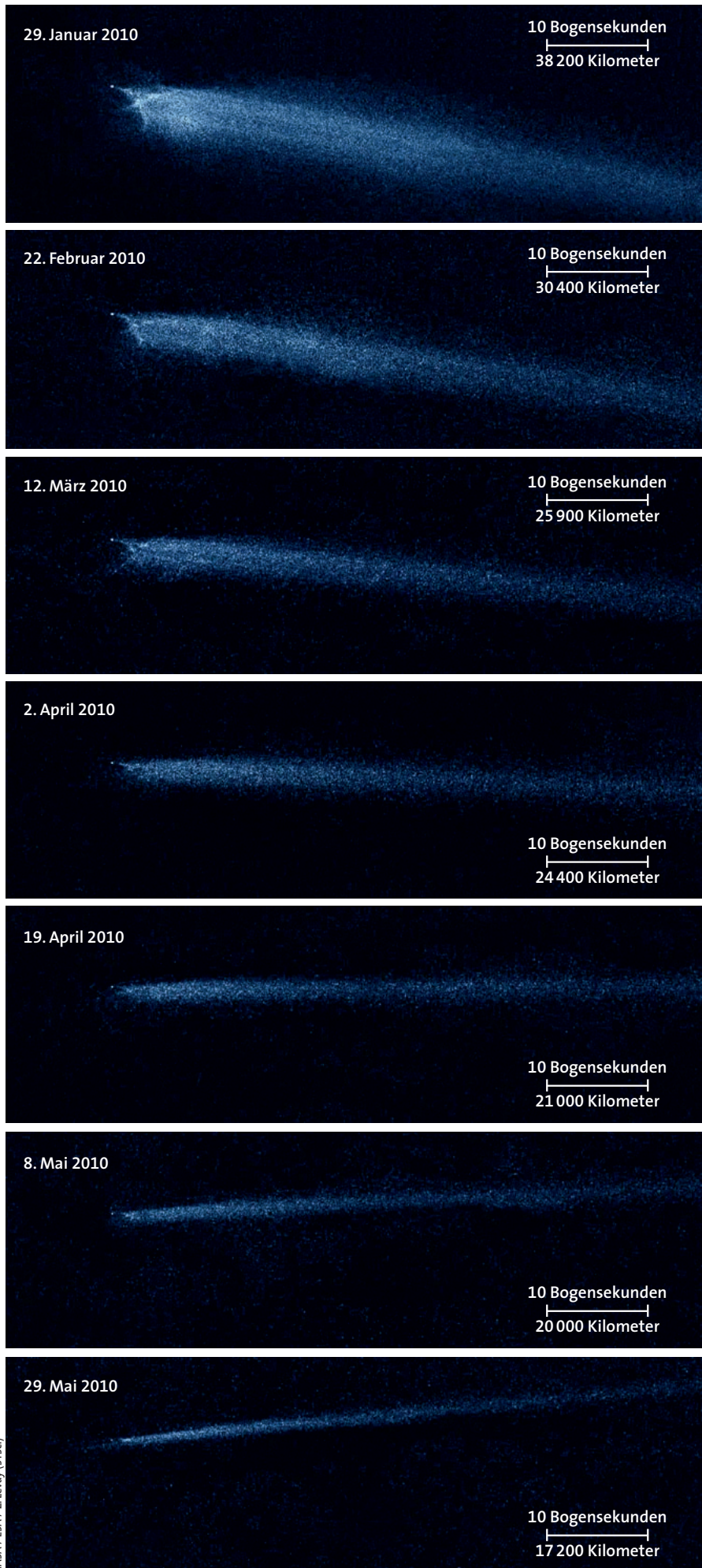
Die faszinierende Möglichkeit, eine Kollision im Asteroidengürtel verfolgen zu können, rief bald darauf weitere Forscherteams auf den Plan. Sie beobachteten P/2010 A2 unter anderem mit dem Weltraumteleskop Hubble und der Kamera OSIRIS an Bord der europäischen Kometensonde Rosetta. Währenddessen blieb das Entdeckerteam um Licandro nicht untätig und untersuchte das seltsame Objekt weiter.

Das Team kam im August 2010 allerdings zunächst zu dem Schluss, P/2010 A2 sei nun doch nicht das Ergebnis der Kollision zweier Himmelskörper. Die Forscher vermuteten nun die Aktivierung eines so genannten Hauptgürtelkometen als Ursache (siehe SuW 10/2010, S. 14). Dies sind Kleinkörper mit einem geringen Gehalt an Wassereis und anderen flüchtigen Substanzen, die von dichten Staubschichten bedeckt sind und im Asteroiden-Hauptgürtel zwischen den Umlaufbahnen von Mars und Jupiter die Sonne umrunden. Bei ihrer größten Sonnennäherung heizen sich diese Gebilde so weit auf, dass die flüchtigen Substanzen verdampfen und ins umgebende All entweichen, wo sie

dann einen schwachen Kometenschweif aus Gas und Staub erzeugen. Ein derartiges Verhalten wurde im Asteroidengürtel schon mehrfach beobachtet. Allerdings umrundet P/2010 A2 die Sonne auf einer mäßig elliptischen Bahn in einem mittleren Abstand von 2,3 Astronomischen Einheiten. Damit ist er dem Zentralgestirn zu nahe, um flüchtige Stoffe festhalten zu können, da er von der Sonnenstrahlung permanent zu stark aufgeheizt wird.

Kollisionstheorie untermauert

Nun stellten Mitte Oktober 2010 in der Wissenschaftszeitschrift »Nature« zwei unabhängige Forscherteams ihre Ergebnisse vor und gaben an, dass die ursprüngliche Vermutung des Teams um Licandro die richtige sei und P/2010 A2 tatsächlich die Staubwolke einer Asteroidenkollision ist. Das Team um David Jewitt an der University of California in Los Angeles beobachtete P/2010 A2 mit der Weitfeldkamera-3 an Bord des Weltraumteleskops Hubble über fünf Monate hinweg und dokumentierte die Entwicklung des Staubschweifs. Zunächst hatten alle Teams angenommen, die Kollision habe sich erst vor wenigen Tagen ereignet, und dass die Bilder von Hubble zeigen würden, wie die herausgesprengten Trümmer sich rasch wie die Splitter einer explodierenden Bombe im Umfeld verteilen würden.

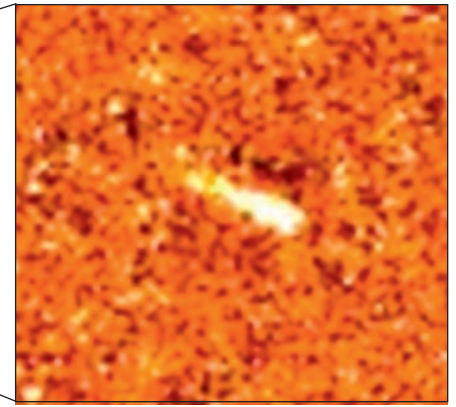
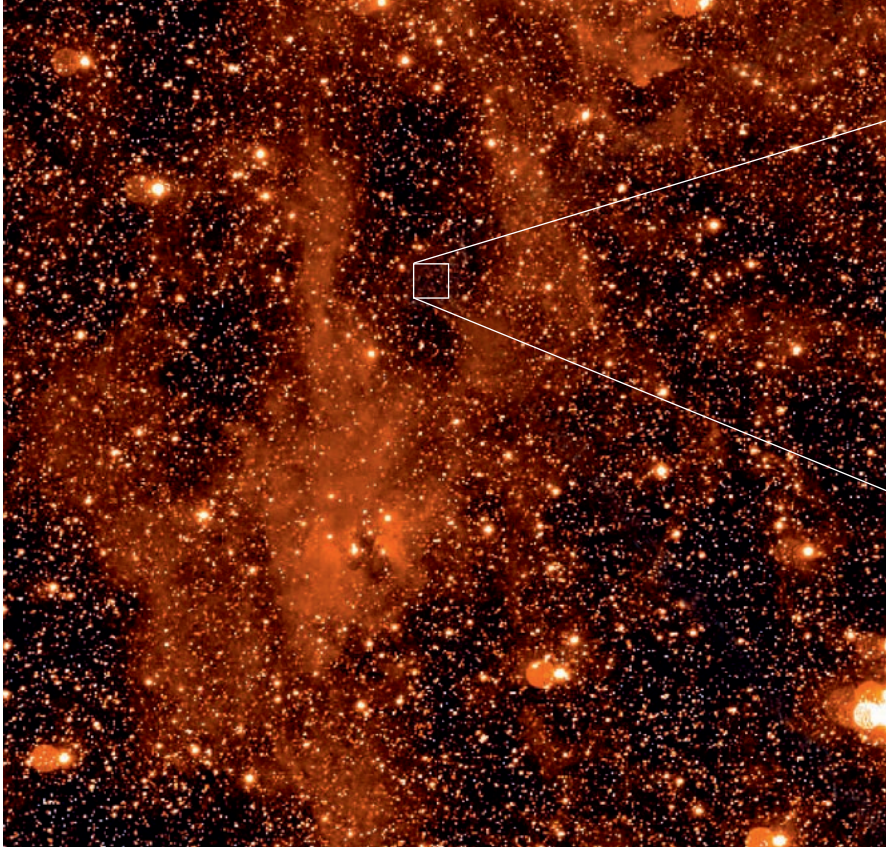


Zu ihrer Überraschung veränderte sich der Staubschweif jedoch in den fünf Monaten der Beobachtung nur wenig, er dehnte sich nur geringfügig aus. Die auf den Hubble-Bildern sichtbaren Veränderungen gehen daher überwiegend auf die rasche Zunahme des Abstands zur Erde und den sich ständig verändernden Blickwinkel zurück. Auch die Bilder von Hubble zeigten sofort den kleinen Asteroiden, der dem Staubschweif vorausseilt. Sein Durchmesser wurde zu 120 Meter bestimmt und genaue Auswertungen der Aufnahmen zeigen, dass seine Oberfläche inaktiv ist und er im Beobachtungszeitraum keine Auswürfe von Gas und Staub produzierte.

Die Form des Staubschweifs auf den Bildern des Weltraumteleskops weist ebenfalls darauf hin, dass P/2010 A2 kein Komet sein kann. Die äußerst scharfen Aufnahmen von Hubble enthüllten an der Spitze keine zentrale Kondensation, sondern ein seltsames X-förmiges Gebilde, für dessen Entstehung die Forscherteams nach wie vor keine gute Erklärung haben. Sie vermuten, dass die miteinander kollidierten Himmelskörper unregelmäßig geformt waren und dass der Zusammenstoß somit nicht symmetrisch verlief. Dabei wurden größere Brocken aus dem Asteroiden herausgesprengt, die weiter in viele kleinere Bruchstücke zerfielen. Die X-förmige Struktur blieb über den ganzen Beobachtungszeitraum erhalten und veränderte sich dabei nur geringfügig.

Aus den Messdaten und den Bildern leitet das Forscherteam um David Jewitt ab, dass der Schweif überwiegend aus Partikeln im Größenbereich von einem Millimeter bis hin zu 2,5 Zentimetern besteht. Die Bahnen der einzelnen Teilchen werden durch den Strahlungsdruck des Sonnenlichts beeinflusst, wobei dieser auf kleinere Partikel stärker einwirkt als auf größere. Aus der Verteilung der Partikel errechneten die Forscher, dass sich die Kollidi-

Das Weltraumteleskop Hubble beobachtete die Staubwolke von P/2010 A2 über einen Zeitraum von fünf Monaten hinweg mit der Weitfeldkamera-3. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Bildern rühren hauptsächlich von der stetig wachsenden Distanz zwischen der Erde und P/2010 A2 und dem sich dabei ändernden Blickwinkel her. Die Staubwolke dehnte sich im Beobachtungszeitraum nur geringfügig aus und veränderte ihre Form kaum.



Im März 2010 lichtete die Kamera OSIRIS an Bord der europäischen Kometensonde Rosetta das Objekt P/2010 A2 unter einem anderen Blickwinkel ab, als es mit erdgebundenen Fernrohren und dem Weltraumteleskop Hubble möglich war. Aus den Bildern von Rosetta und denjenigen der anderen Teleskope ließ sich die räumliche Struktur des Staubschweifs ableiten.

sion schon elf Monate vor der Entdeckung im Februar oder März 2009 ereignet haben muss, als der Asteroid von uns aus gesehen unbeobachtbar hinter der Sonne stand.

Die Forscher bestimmten die Masse des Staubschweifs zu 60 000 bis 600 000 Tonnen. Zusammengenommen und auf die typische Dichte von Asteroidengesteinen von 2,5 Gramm pro Kubikzentimeter verdichtet, ergäbe sich daraus für den Mittelwert ein Himmelskörper mit einem Durchmesser von 20 Metern. Dies ist sehr viel größer als der Durchmesser des eingeschlagenen Projektils, dem Impaktor, und charakteristisch für eine Kollision bei hohen Geschwindigkeiten. Unter der Annahme einer Kollisionsgeschwindigkeit von fünf Kilometern pro Sekunde, dem typischen Geschwindigkeitsunterschied zwischen Asteroiden in diesem Abstand zur Sonne, berechnen die Forscher den Durchmesser des Impaktors zu rund fünf Metern.

Neuer Blickwinkel durch OSIRIS

Das Forscherteam um Colin Snodgrass am Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Katlenburg-Lindau nutzte im Frühjahr 2010 die Kamera OSIRIS an Bord von Rosetta zur Untersuchung von P/2010 A2 und machte sich dabei zu Nutze, dass die Kometensonde den Schweif unter einem deutlich anderen Blickwinkel beobachten konnte, als dies mit den erdgebundenen Teleskopen und dem Weltraumteleskop Hubble möglich war (siehe Bild oben). Die Bahnen von Ro-

setta und P/2010 A2 sind rund zehn Grad gegeneinander geneigt und die Raumsonde befand sich zu dieser Zeit jenseits der Umlaufbahn des Mars. Die Bilder von Rosetta erlaubten es zusammen mit den anderen Bildern, die Struktur des Staubschweifs von P/2010 A2 dreidimensional zu erfassen. Damit konnten die Forscher das Datum der Kollision noch genauer eingrenzen. Sie fand demnach am 10. Februar 2010 statt mit einer möglichen Abweichung von nur plus oder minus fünf Tagen.

Aus den Rosetta-Bildern und Computersimulationen des Staubschweifs bestimmte das Forscherteam um Snodgrass eine Masse von 370 000 Tonnen für den Staubschweif von P/2010 A2, in guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen von David Jewitt und Kollegen. Dies entspräche rund 16 Prozent der Masse des 120 Meter großen Hauptkörpers unter der Annahme einer mittleren Dichte von 2,5 Gramm pro Kubikzentimeter.

Schon vor der Entdeckung von Objekt P/2010 A2 gab es Belege für Kollisionen im Asteroidengürtel. So stieß schon im Jahr 1918 der japanische Astronom Kiyotsugu Hirayama (1874–1943) bei der Untersuchung von Asteroidenbahnen im Hauptgürtel darauf, dass die bei Kollisionen von Asteroiden entstehenden Trümmer so genannte Familien erzeugen, die sich durch ähnliche Bahnparameter auszeichnen. Derzeit sind mehr als 50 solcher Asteroidenfamilien bekannt, die auf Kollisionen

vor mehreren Hundert Millionen bis hin zu ein bis zwei Milliarden Jahren zurückgehen. Zudem wurden bei Infrarotdurchmusterungen des Himmels Staubstreifen im Sonnensystem entdeckt, die auf jüngere Kollisionen zurückzuführen sind.

Beide Forscherteams schätzen aus statistischen Daten ab, dass ein 120 Meter großer Asteroid im Mittel alle 1,1 Milliarden Jahre Opfer einer Kollision im Hauptgürtel wird. Da es insgesamt vermutlich rund ein bis zwei Millionen Asteroiden dieser Größe gibt, so die Schätzungen beider Forscherteams, sollte sich mindestens eine Kollision pro Jahr ereignen. Die kommenden automatischen Programme zur Himmelsüberwachung mit wesentlich größerer Empfindlichkeit wie PanSTARRS oder das Large Synoptic Survey Telescope (LSST) sollten diese leicht aufspüren können, so dass P/2010 A2 womöglich nur die erste Beobachtung einer ganzen Reihe bereits geschehener und zukünftiger Kollisionen sein könnte. TILMANN ALTHAUS

Literaturhinweise

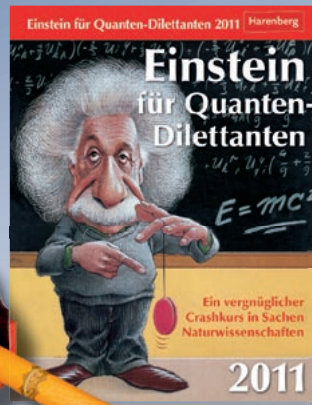
Nesvorny, D.: Accidental investigation.

In: Nature 467, S. 792 – 792, 2010.

Snodgrass, C., et al.: A collision in 2009 as the origin of the debris trail of asteroid P/2010 A2. In: Nature 467, S. 814 – 816, 2010.

Jewitt, D., et al.: Newly disrupted main belt asteroid P/2010 A2. In: Nature 467, S. 817 – 819, 2010.

ALS ABONNENT HABEN SIE VIELE VORTEILE!



**PRÄSENT
ZUR WAHL**

ABONNIEREN

>>> Sie zahlen im Inland nur € 85,20 für das Jahresabonnement von **Sterne und Weltraum** (12 Ausgaben).

Als Schüler, Student, Azubi, Wehr- oder Zivildienstleistender zahlen Sie auf Nachweis sogar nur € 64,-.

>>> Unter www.astronomie-heute.de/archiv haben Sie freien Zugriff auf alle Heftartikel seit 2005.

>>> Für Ihre Bestellung bedanken wir uns mit einem Präsent Ihrer Wahl.

EMPFEHLEN

Sie haben uns einen neuen Abonnenten vermittelt? Dann haben Sie sich eine Dankesprämie verdient und können zwischen mehreren Geschenken wählen.



Das Buch »**Unser Fenster zum Weltraum**« präsentiert astronomische Entdeckungen aus 400 Jahren. Die beiliegende DVD bietet zudem reiches Zusatzmaterial wie Animationen, Computersimulationen und Experteninterviews.

**PRÄSENT
ZUR WAHL**



Der Regenschirm »Sonnenfraktale« begleitet Sie durch trübe Regentage und bietet unter seinem großen Dach zwei Personen Schutz (ø 1,30 Meter).

VERSCHENKEN

Verschenken Sie ein Jahr Lesevergnügen! Das erste Heft des Abonnements verschicken wir mit einer Grußkarte in Ihrem Namen.

**Schon jetzt
an Weihnachten
denken!**



Abonnieren können Sie unter:

www.astronomie-heute.de/abo

Spektrum
DER WISSENSCHAFT

Wissenschaft aus erster Hand

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH | Slevogtstraße 3-5 | 69126 Heidelberg | Tel. 06221 9126-743 | Fax 06221 9126-751
service@spektrum.com