

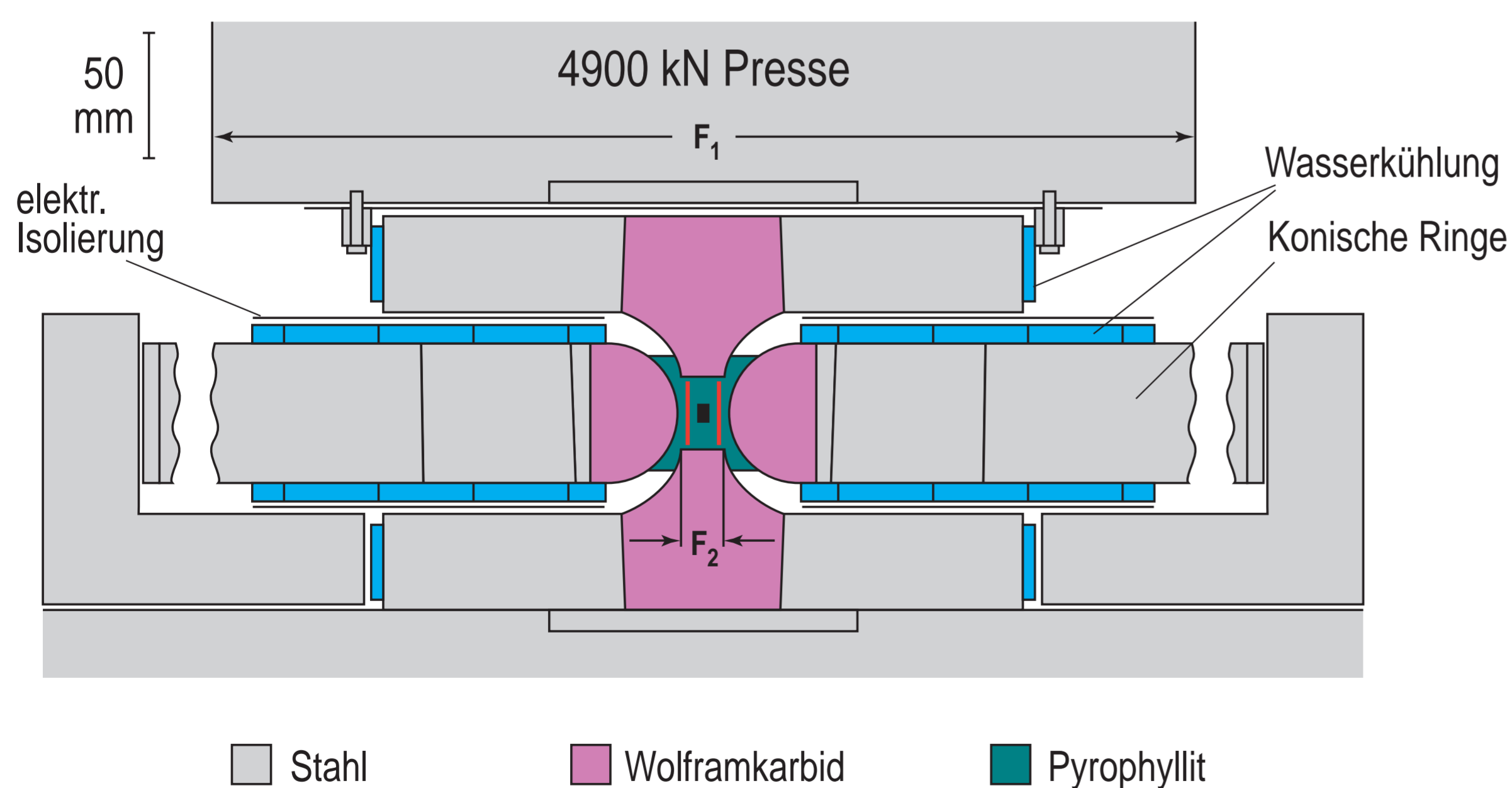
Wie im Abschnitt **Minerale als Informationsträger(4-2)** ausgeführt wurde, enthalten die Peridotit-Xenolithe, die durch aufsteigende basaltische Magmen als Bruchstücke des oberen Erdmantels an die Oberfläche gefördert werden, Informationen über die Herkunftstiefe dieser Gesteine und die Temperaturen, die dort herrschen. Gespeichert sind diese Informationen in Mischkristallen, im Falle der Peridotite also Olivin, Pyroxene sowie Spinell oder Granat, deren Chemismus von Temperatur und Druck abhängig ist.

## Mantelperidotite im Hochdruckexperiment: Die Entschlüsselung des Codes

Diese Temperatur- und Druck-Abhängigkeit ihrer Chemismen wird in Hochdrucklaboratorien erforscht. Die experimentelle Hochdruckforschung liefert also den Code zur Entschlüsselung dieser Informationen. Damit können Mineralparagenesen als Geothermometer und Geobarometer genutzt werden. Die Mantelperidotite kommen aus einer Erdtiefe von maximal 300 km. Das entspricht Drücken bis 90.000 Atmosphären. In vielen Laboratorien rund um die Welt werden Hochdruckexperimente in diesem Druckbereich mit *Stempel-Zylinder-Pressen* und *Belt-Apparaturen* durchgeführt.

Das Prinzip der Stempel-Zylinder-Apparaturen ist relativ einfach: In einem von Stahlringen vorgespannten Hohlzylinder aus Hartmetall geführt, werden zwei Hartmetallstempel, zwischen denen die Probe angeordnet ist, zusammengepreßt. Hierfür werden hydraulische Pressen eingesetzt. Im Beispiel der abgebildeten Belt-Apparatur ergibt sich bei einer Kraft von 490 t durch Reduzierung der Zylinderfläche der hydraulischen Presse ( $F_1$ ) auf den Durchmesser des Hochdruckstempels ( $F_2$ ) ein Druck von 75.000 atm. Die Materialmenge, die hier, eingeschmolzen in eine Edelmetallkapsel (z. B. Platin), zum Einsatz kommt, ist sehr gering und liegt bei etwa 10  $\mu\text{g}$ .

Der Aufbau der eigentlichen Belt-Apparatur ist in **Abb. 6.1** als Prinzipskizze dargestellt. Außerdem sind das Druckwerkzeug einer Stempelzylinderapparatur sowie Einzelteile der Hochdruckzelle in **Vitrine 4** ausgestellt.



**Belt - Apparatur**  
- schematischer Schnitt -

Abbildung 6.1

## Höchstdruckforschung: Der Blick ins tiefere Innere der Erde

Im Hinblick auf den Erdmantel kommt der experimentellen Hochdruckforschung noch eine ganz andere Aufgabe zu. Durch Peridotitxenolithe erhalten wir direkte Kenntnis vom Zustand des Erdmantels bis in eine Tiefe von ca. 300 km. Der weitaus größte Teil des Erdmantels ist der direkten Beobachtung also nicht zugänglich. Andererseits werden Naturkatastrophen wie Erdbeben und Vulkanismus mit ihren oft verheerenden Folgen für große Teile der Menschheit, durch dynamische Prozesse im Erdmantel gesteuert. Für das Verständnis dieser Prozesse bildet die Kenntnis des Zustands der Materie im unteren Erdmantel bis zur Kern/Mantel-Grenze in 2900 km Tiefe eine wichtige Grundlage. Hier liegt eine große Herausforderung für die experimentelle Höchstdruckforschung.

## Drücke des tiefen Erdmantels im Labor: Multi-Anvil- und Diamant-Stempel-Pressen

Die Erzeugung entsprechender Drücke in Laboratorien erfordert aufwendige Apparaturen und innovative Techniken, die nur wenigen großen Forschungseinrichtungen in den Geowissenschaften zur Verfügung stehen. In Deutschland werden derartige Experimente am Bayerischen Geoinstitut in Bayreuth und in der Abteilung für Geochemie am Max-Planck-Institut in Mainz durchgeführt.

Die höchsten Drücke werden heute in *Diamant-Stempel-Apparaturen* erreicht. Solche Apparaturen sind in beiden Instituten im Einsatz. Am Max-Planck-Institut in Mainz werden hiermit Drücke und Temperaturen erreicht, die denen der Kern/Mantel-Grenze in 2900 km entsprechen.

Am Bayerischen Geoinstitut können in sogenannten *Multi-Anvil-Apparaturen* Drücke bis zu 250.000 atm. erzeugt werden. Dies entspricht einer Tiefe von rund 750 km. Maximal werden dabei Temperaturen bis zu 3000 °C erreicht. Beide Institute stellen diese Apparaturen der modernen Höchstdrucktechnik mit eigenen Postern und entsprechenden Ausstellungsstücken vor.

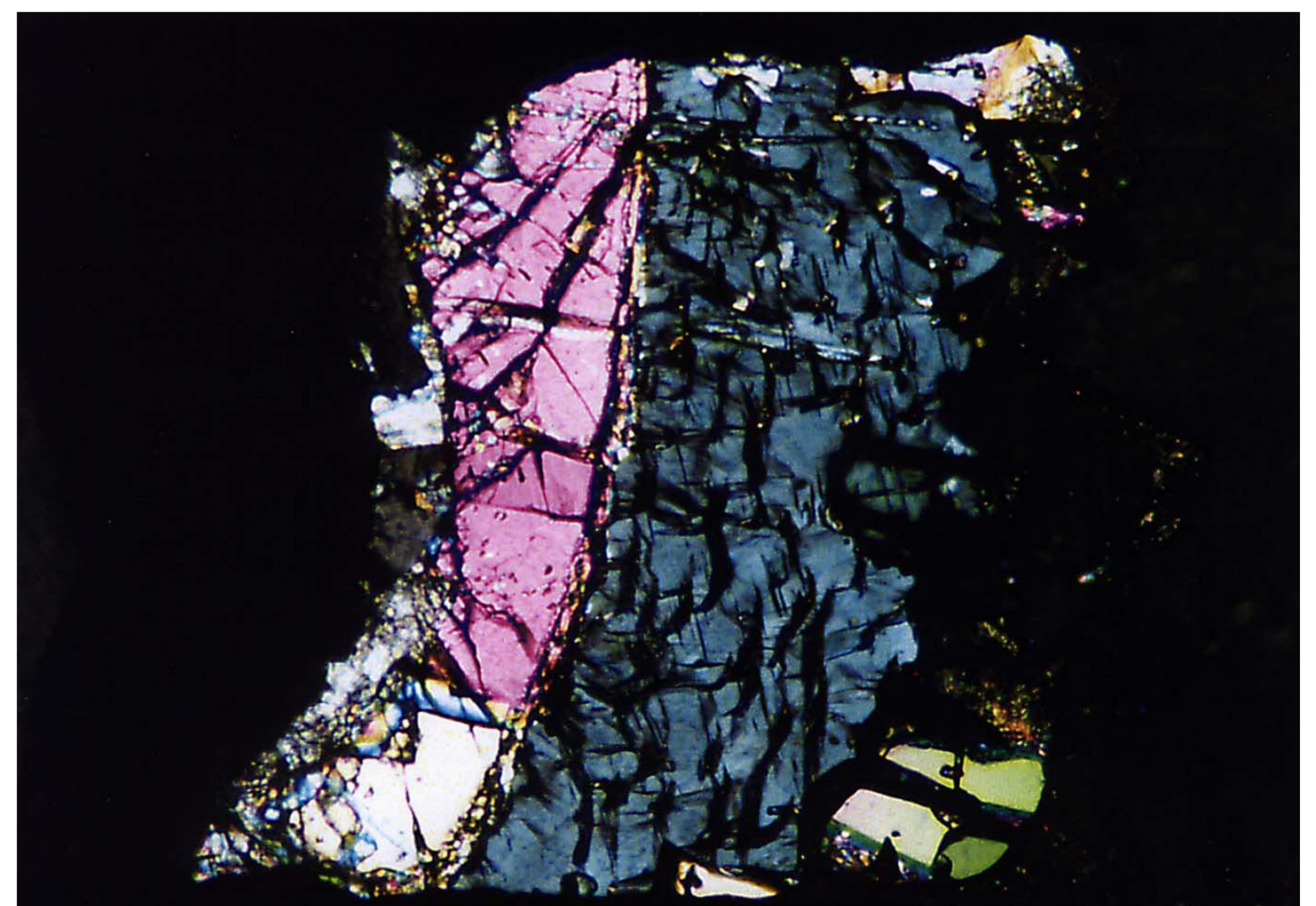


Abbildung 6.2

So könnte der tiefe Erdmantel unter dem Mikroskop aussehen: Die Phasen *Mg-Ilmenit* (rosa), *Mg-Perovskit* (graublau) und *Stishovit* (hellgrün, unten rechts) wurden mit der Multi-Anvil-Pressen am Bayerischen Geoinstitut bei einem Druck von 230.000 Atmosphären (das entspricht einer Tiefe von ca. 700 km) und 1600 °C synthetisiert. Durchmesser der Probe ca. 1 mm. Stishovit ( $\text{SiO}_2$ ) tritt im Erdmantel vermutlich nicht auf, weil dort nicht genügend Kieselsäure zur Verfügung steht.

Das Bild wurde freundlicherweise von *Nathalie Bolfan-Casanova* und *Hans Keppler* zur Verfügung gestellt.