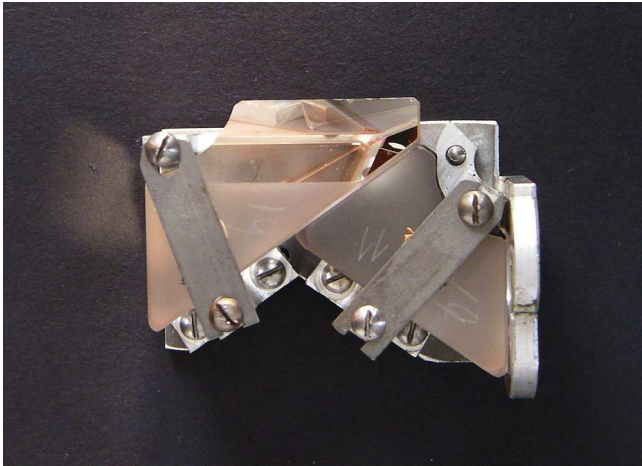


lumen und Baulänge des Prismenblocks reduzieren lassen<sup>7)</sup>.



5.16

**Montiertes Abbe-König-Prisma eines antiken Zeiss Fernglases (Reproduktion aus: Hans Seeger, *Militärische Ferngläser und Fernrohre in Heer, Luftwaffe und Marine/Military Binoculars and Telescopes for Land, Air and Sea Service*, 2002).**

Das langgezogene Prismensystem führt dazu, dass das Strahlenbündel unter flachen Winkeln reflektiert wird, weshalb für diese Prismen, anders als bei den Porro oder Schmidt-Pechan, keine besonderen Hochindex-Gläser eingesetzt werden müssen<sup>8)</sup>. Es ist daher möglich, auf eine größere Auswahl an Glasarten zurückzugreifen, und solche auszuwählen, die eine geringe spezifische Dichte besitzen, wodurch der Nachteil des hohen Volumens zumindest teilweise kompensiert wird: Ein BaK4 Glas hat eine Dichte von immerhin  $3.10\text{g/cm}^3$ , während BK7 mit  $2.51\text{g/cm}^3$  spürbar leichter ist.

Da das Abbe-König-Prisma systembedingt eine hohe Transmission aufweist, wurde es insbesondere in Nachtgläsern eingesetzt. Die 8x56 Dialyt Jagdgläser

<sup>7)</sup> Persönliche Mitteilung, Andreas Perger

<sup>8)</sup> Persönliche Mitteilung, Walter Besenmatter

von Hensoldt (jetzt: Zeiss) haben einst, nicht zuletzt aufgrund ihrer hohen Transmissionswerte, einen legendären Ruf genossen. Seit 2012 besteht ferner die Möglichkeit, BK7 HT Glas mit einer leicht verbesserten Transmission für diese Prismensorte zu einzusetzen (Abbildung 3.5). Auf diese Weise gelingt es, den Transmissionsvorsprung des Abbe-König-Systems gegenüber dem Schmidt-Pechan trotz technischer Verbesserungen in den dielektrischen Verspiegelungen zu halten. Dies ist vermutlich der Grund dafür, dass das Abbe-König-System trotz seiner sperrigen Dimension und seines relativ hohen Gewichts bis heute Verwendung findet.

### 5.2.3 Uppendahl-System

Ein weiteres Geradsicht-Dachkantprisma ist das *Uppendahl*-System. Es besteht aus drei Einzelprismen, die miteinander verkittet sind (Abbildung 5.17). Bei diesem Aufbau muss der (im Prinzip unabhängige) Parameter  $b$  derart gewählt werden, dass auf der rechten Seite des Prismas ausreichend Platz für die Dachflächen bleibt, die in der Aufsicht, bei einem Durchmesser des Strahlenbündels von  $w$ , eine Breite von  $w/2$  beanspruchen (gepunktetes Rechteck). Ein wenig elementare Geometrie ergibt

$$b = \frac{\cos 22.5^\circ}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} - 1 \approx 0.169 \quad (5.6)$$

(in Einheiten der freien Eintrittsöffnung  $w$ ). Für die geometrische Glasweglänge des Hauptachsenstrahls erhalten wir entsprechend

$$L = 3 + \sqrt{2} + (1 + 2\sqrt{2})b \approx 5.06, \quad (5.7)$$

für die mechanische Länge

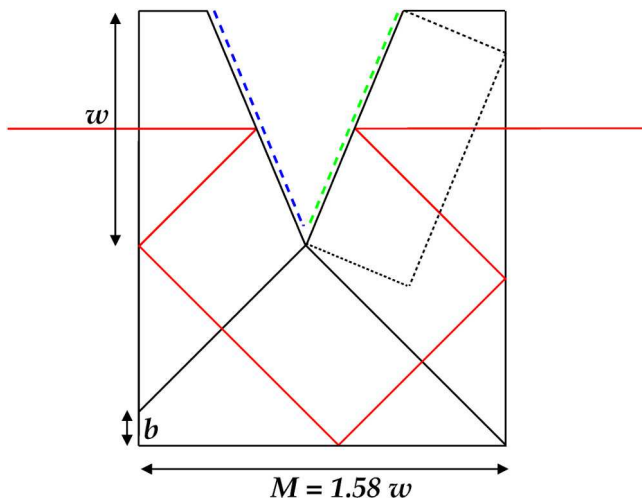
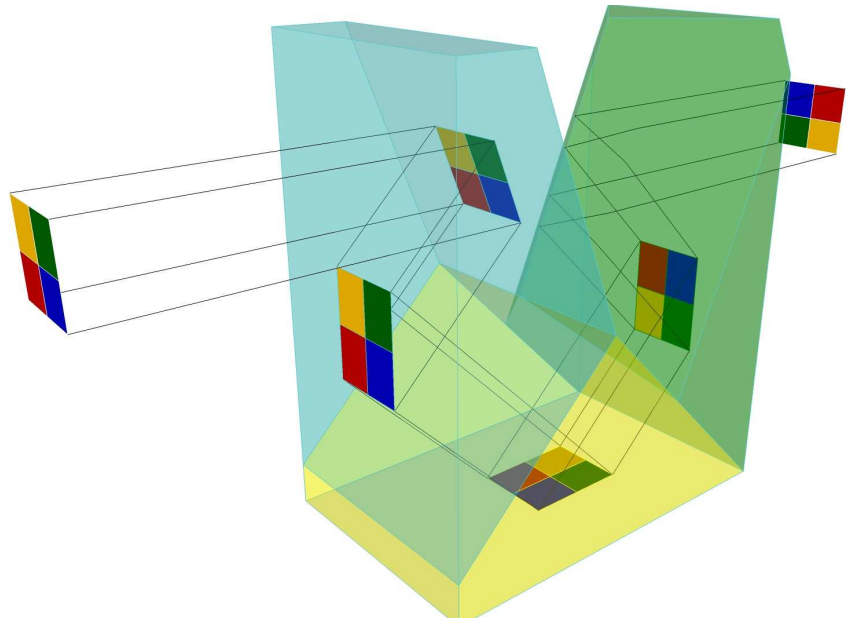
$$M = \sqrt{2} + b \approx 1.58, \quad (5.8)$$

und für das Volumen näherungsweise  $V \approx 2.25w^3$ .

Bei Handferngläsern ist das Strahlenbündel meist konvergent, sodass die Dachflächen in der Praxis etwas schmaler ausfallen dürfen. In Einzelfällen wird

5.18

Räumliche Darstellung der Funktionsweise eines Uppendahl-Prismas (mit freundlicher Genehmigung: Stefan Emsel).



5.17

Aufsicht eines Uppendahl-Umkehrsystems. Der Hauptachsenstrahl ist rot, die Dachkante grün, und die Verspiegelung blau. Die Aufsicht auf die Dachfläche ist als Rechteck angedeutet.

man daher auch auf das *symmetrische Uppendahl-Prisma* zurückgreifen können, bei dem der Para-

meter  $b$  zu Null wird, sodass man auf  $L \approx 4.41w$ ,  $M \approx 1.41w$  und ein Volumen von etwa  $V \approx 1.80w^3$  kommt, identisch mit dem Volumen des Schmidt-Pechan-Prismas.

Der Vorteil des Uppendahl-Systems liegt vor allem in seiner relativ kurzen Baulänge, wobei das Prisma jedoch weit nach einer Seite herausragt. In der Praxis lässt sich dieser Umstand beheben, indem der Fortsatz in Richtung der Knickbrücke orientiert wird, wie in Abbildung 6.14 am Beispiel des Leitz Trinovid demonstriert. Eine Bauweise mit Durchgriff, die sich heutzutage zunehmender Beliebtheit erfreut, wäre mit diesem Prismensystem allerdings nicht möglich.

Das Uppendahl-System fand in den 1960er bis 1970er-Jahren in den Leitz Trinovid Modellen Verwendung, und wird auch heute noch in manchen Leica Geovid Modellen verbaut. Letztere enthalten einen Laser zur Entfernungsmessung (siehe auch Abschnitt 5.1.4), der über eine der beiden Kittflächen nach deren Teilverspiegelung in den Strahlengang gekoppelt werden kann. Abgesehen von diesen Son-

deranwendungen scheint das Uppendahl-System im Fernglasbau keine Rolle mehr zu spielen.

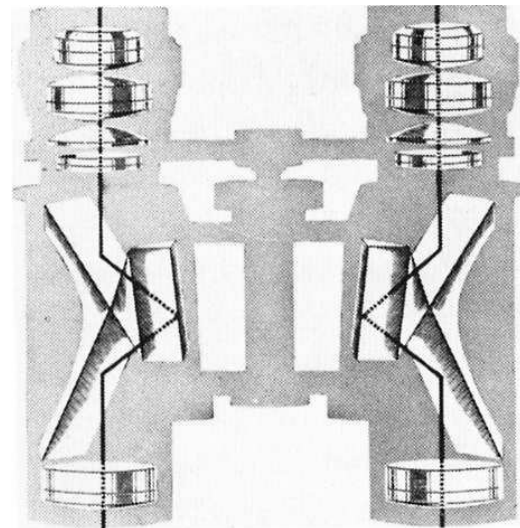
### 5.2.4 Spiegel-Prismen-Umkehrsysteme

Die Fernglastechnik kennt noch weitere, exotische Umkehrsysteme, die in Teilen oder komplett aus Spiegeln bestehen. Es ist unmittelbar ersichtlich, dass sich etwa ein Porro I-System durch vier separate Spiegel ersetzen ließe. Der Hauptvorteil wäre die damit verbundene Gewichtsreduktion. Allerdings gäbe es gravierende Nachteile: Es ist schwieriger, vier separate Spiegel akkurat und justierstabil aufeinander abzustimmen als zwei Glasblöcke (oder, bei Verklebung, einen einzelnen Glasblock). Ein Fernglas bleibt schließlich nicht stationär auf einer optischen Bank, sondern ist im Alltag enormen mechanischen und thermischen Belastungen ausgesetzt. Ferner ist jede Spiegelung mit Reflexionsverlusten verbunden, weshalb ja vorzugsweise auf Prismenblöcke mit Totalreflexion zurückgegriffen wird.

Spiegel-Prismen-Umkehrsysteme hatten aus diesem Grund eher experimentellen Charakter, wie im Falle des Leitz 6x24 Amplivid (Abbildung 5.19), das durch ein ausgefeiltes Umkehrsystem eine kompakte Bauweise mit einem gleichzeitig beeindruckenden Sehfeld von 212m/1000m kombinierte. Die hier verwendete Bauweise wurde von Leitz bereits nach kurzer Produktionsphase zugunsten der Uppendahl-Konstruktion wieder aufgegeben. Probleme ergaben sich aus der geringen Justierstabilität und der geringen Lebensdauer der Verspiegelung, die nach wenigen Jahren bereits erheblich an Güte verlor.

Ein weiteres Beispiel war das 6x18 Kompaktfernglas von Zeiss Jena (Abbildung 5.20), das ebenfalls ein Spiegel-Prismen-Umkehrsystem enthielt<sup>9)</sup>. In diesem Falle wurde das Fernglas auf ein minimales Gewicht von lediglich 170g optimiert, wobei erstmals auch der Werkstoff Makrolon beim Fernglasbau

<sup>9)</sup> Persönliche Mitteilung, Albrecht Köhler



5.19

**Schema des Hybrid-Umkehrsystems nach M. Ludwig und D. Schade, das für das Leitz Amplivid entwickelt wurde.**

in Jena eingesetzt wurde – ein widerstandsfähiges Polycarbonat, aus dem noch heute die Gehäuse professioneller Kameras gefertigt werden.

Nach Einschätzung des Autors dürften solche Hybrid-Umkehrsysteme im modernen Fernglasbau neue Chancen bekommen, weil mit dem Aufkommen der dielektrischen Beschichtungen inzwischen nahezu perfekte und dauerhafte Spiegel zur Verfügung stehen. Es bleibt daher abzuwarten, ob die Fernglashersteller erneut einen solchen Weg einschlagen werden, zumal die Forderungen nach Kompaktheit und Gewichtsreduktion im modernen Fernglasbau zunehmend lauter werden.

### 5.2.5 Verspiegelungen

Wie im vorigen Abschnitt erwähnt, erfordern die meisten der heutzutage in Handferngläsern verwendeten Dachkantprismen (die Ausnahme bildet das Abbe-König-System) eine verspiegelte Fläche, an