

Inhalt

Einleitung	06-07
Eine kleine Einführung in die Optik	08-11
Der 30 Grad-Blickwinkel und die Seitenansicht	12-14
Der Abstandspunkt	15-19
Der Betrachter in der Draufsicht	20-21
Die Konstruktion eines Würfels unter Verwendung des Abstandspunktes	22-24
Konstruktion eines Würfels, Zylinders und einer Pyramide auf einem Schachbrett	25-28
Der schräge Blickwinkel	29-36
Würfel bei schrägem Blickwinkel	37-41
Die Konstruktion der optisch verzerrten Senkrechten	42-47
Der außen liegende Fluchtpunkt und dessen Konstruktion in der Draufsicht	48-50
Der gekippte Würfel	51-61
Isometrie, Parallel-, Luft- und Farbperspektive	62-67
Der Schatten	68-69
Theorie und Praxis: Der Wellen reitende Würfel	70-87
Treppenkonstruktion	88-94
Studien zur Perspektive	95-116

Einleitung

Dieses Werk umfasst meine Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Perspektive. Es war etwa 2002 als ich nach den Grundlagen zu forschen begann, da mir das bis dahin bekannte Wissen aus verschiedenen Büchern, die ich zu Rate gezogen hatte, meiner Ansicht nach nicht ausreichte. Es existieren Bücher mit den unterschiedlichsten Verfahren, die jedoch genauso unterschiedliche Ergebnisse hervorbringen. Tatsächlich müssen aber alle Verfahren zu demselben Ergebnis führen, um ein System bilden zu können, allerdings war genau dies nicht der Fall, woraufhin ich die bestehenden Verfahren untersuchte und einige davon abgeändert, oder neue entwickelt habe, um ein System zu erhalten. Neben der Schwierigkeit der zeichnerischen Umsetzung dessen, was wir um uns herum sehen, ist eine Frage von besonderer Bedeutung: **Was genau ist Perspektive und worauf ist sie begründet?**



Ein Hochhaus bleibt in hundert Metern Entfernung dasselbe Hochhaus, es wird also nicht kleiner, doch erscheint es uns so. Außerdem treffen sich die verlängerten Kanten der Objekte in Fluchtpunkten. Was sind diese Fluchtpunkte und wie lassen sie sich konstruieren? Aus diesem Grund habe ich mich mit den Grundlagen der Optik befasst, um die Funktionsweise des Auges zu verstehen.

Parallel dazu, befasste ich mich mit der Analyse von Fotos, um den Geheimnis der dreidimensionalen Darstellung auf die Spur zu kommen, und der Entwicklung von grafischen Methoden, um dem menschlichen Sehvermögen entsprechend, nahe zu kommen. Über Jahrhunderte zuvor haben sich bereits verschiedene Künstler mit diesem Fachgebiet der Perspektive beschäftigt, und ihre Methoden entwickelt, ohne voneinander zu wissen. Es ist also von entscheidender Bedeutung, die Funktionsweise des Auges zu verstehen, um ein Verfahren der dreidimensionalen Darstellung zu entwickeln. Forschung basiert auf der Hartnäckigkeit, etwas herausfinden zu wollen, und es ist genau diese Hartnäckigkeit, die uns hilft, unsere Umwelt besser verstehen zu können.

In den folgenden Kapiteln befinden sich viele Zeichnungen und Erläuterungen dazu. Es waren für mich am Zeichenbrett viele Zeichnungen nötig, um die komplexen Zusammenhänge zu untersuchen und zu entwirren. Es wird nach meiner Erfahrung nicht genügen den Text zu lesen und die Grafiken anzusehen. Aus diesem Grund empfehle ich, die Zeichnungen selbst umzusetzen, damit Sie sich selbst „ein Bild davon machen zu können“. Erst der Umgang mit den Verfahren festigt das Verstehen, und ich gehe davon aus, das dies genau der Grund ist, warum Sie sich überhaupt mit diesem Werk beschäftigen.

Zudem empfehle ich, das Buch von Beginn an bis zum Ende durchzuarbeiten – und nicht mit einem späteren Kapitel zu beginnen. Die Kapitel entsprechen dem Werdegang meiner Forschungsarbeit, dadurch folgen Sie mir auf meiner Forschungsreise.

Das Buch beginnt mit den Grundlagen der Optik, die auf das Nötigste reduziert sind. Es wird also nur soviel erwähnt, dass die Art der Konstruktion verständlich wird. Von einem Kapitel zum anderen steigt der Schwierigkeitsgrad. Nach und nach werden die Zeichnungen komplexer. Zuerst geht es nur darum die Entfernung zu den Objekten und natürlich deren eigene Tiefe entsprechend unseres Sehvermögens korrekt darzustellen. Es wird dabei mit verschiedenen Ansichten gearbeitet. Es wird mittels einer Seitenansicht und einer Draufsicht gearbeitet, um die Vorderansicht zu konstruieren, die perspektivisch verzerrt dargestellt wird, im Gegensatz zu den anderen beiden Ansichten. In den späteren Kapiteln geht es um die Darstellung verschiedener Blickwinkel. Wenn jemand geradeaus zur Wand sieht, werden Türrahmen und Objekt senkrecht wahrgenommen. Wenn jedoch eine Person auf einem Hochhaus steht und hinunter sieht, laufen die senkrechten Linien irgendwo unten zusammen, zu einem Punkt. Wie dies gemäß unseres Sehvermögens konstruiert wird, erfahren Sie in diesem Werk. Alle Verfahren müssen zu dem einen Ergebnis führen, ansonsten stimmt etwas nicht. Die Ansichten müssen alle Hand in Hand arbeiten, damit sie Bestand haben.

Auf den letzten Seiten finden Sie Fotos, die gemäß der Konstruktionslinien zurückgeführt wurden. Etwas, das in eine Richtung funktioniert, muss umgekehrt ebenso funktionieren, ansonsten stimmt etwas nicht. Es gibt also eine wissenschaftliche Grundlage, was die korrekt perspektivische Darstellung angeht. Allerdings existiert Perspektive ausschließlich aufgrund der Anatomie des Auges. Zudem gibt es andere Formen der perspektivischen Darstellung, wie sie für technische Zeichnungen und Animationen verwendet werden. Diese werden ebenfalls vorgestellt. Bei diesen Methoden werden unterschiedliche Winkel verwendet, um den Eindruck von Perspektive zu erzeugen, allerdings gibt es keinen Fluchtpunkt mit dem gearbeitet wird.

Neben der hauptsächlichen Verwendung von Zeichnungen wird anhand eines Beispiels, die Umsetzung der Konstruktion für ein gemaltes Bild gezeigt. Ich hoffe, dass Sie einen großen Nutzen aus meiner Arbeit ziehen können, denn für mich sind die aus meiner Forschung gewonnenen Erkenntnisse von großer Bedeutung.

Holger Schwengels

Eine kleine Einführung in die Optik

In der **Grafik 01** befindet sich eine Person, mit dem Rücken zum Betrachter gewandt, wie in einem von Caspar David Friedrichs Gemälden. Als Horizontlinie wird üblicher Weise die silberfarbene Trennlinie zwischen Himmel und Erde bezeichnet, auch als der Silberstreif am Horizont bekannt. Allerdings hat hier die Horizontlinie einen anderen technischen Hintergrund. Diese Horizontlinie stellt die waagerechte Mittelachse der Linse dar. In dem unteren Teil der Grafik ist im Querschnitt eine symmetrische Linse abgebildet, auch als Lupe bekannt. An der senkrechten Mittelachse der Linse werden waagrecht auftreffende Lichtstrahlen gebrochen, bzw. umgelenkt und durchlaufen den Brennpunkt hinter der Linse. Wenn man im Sommer bei klarem Himmel eine Lupe über ein Blatt Papier hält, bis ein kleiner heller Punkt erscheint, dauert es in der Regel nicht lange, bis dieser Punkt eine braune Färbung erhält. Liegt dieses Blatt nun ausgerechnet auf Ihrem Hosenbein oder Ihrem bloßen Bein, werden Sie feststellen, warum der Punkt „Brennpunkt“ heißt. An dieser Stelle laufen die Lichtstrahlen, die gerade noch von der Linse gekommen waren, auseinander, bis sie auf eine Projektionsfläche, z. B. eine Leinwand treffen. Lichtstrahlen, die schräg auf eine solche Linse treffen, werden auf der anderen Seite in die horizontale Richtung umgelenkt, verlaufen also parallel zur horizontalen Mittelachse.

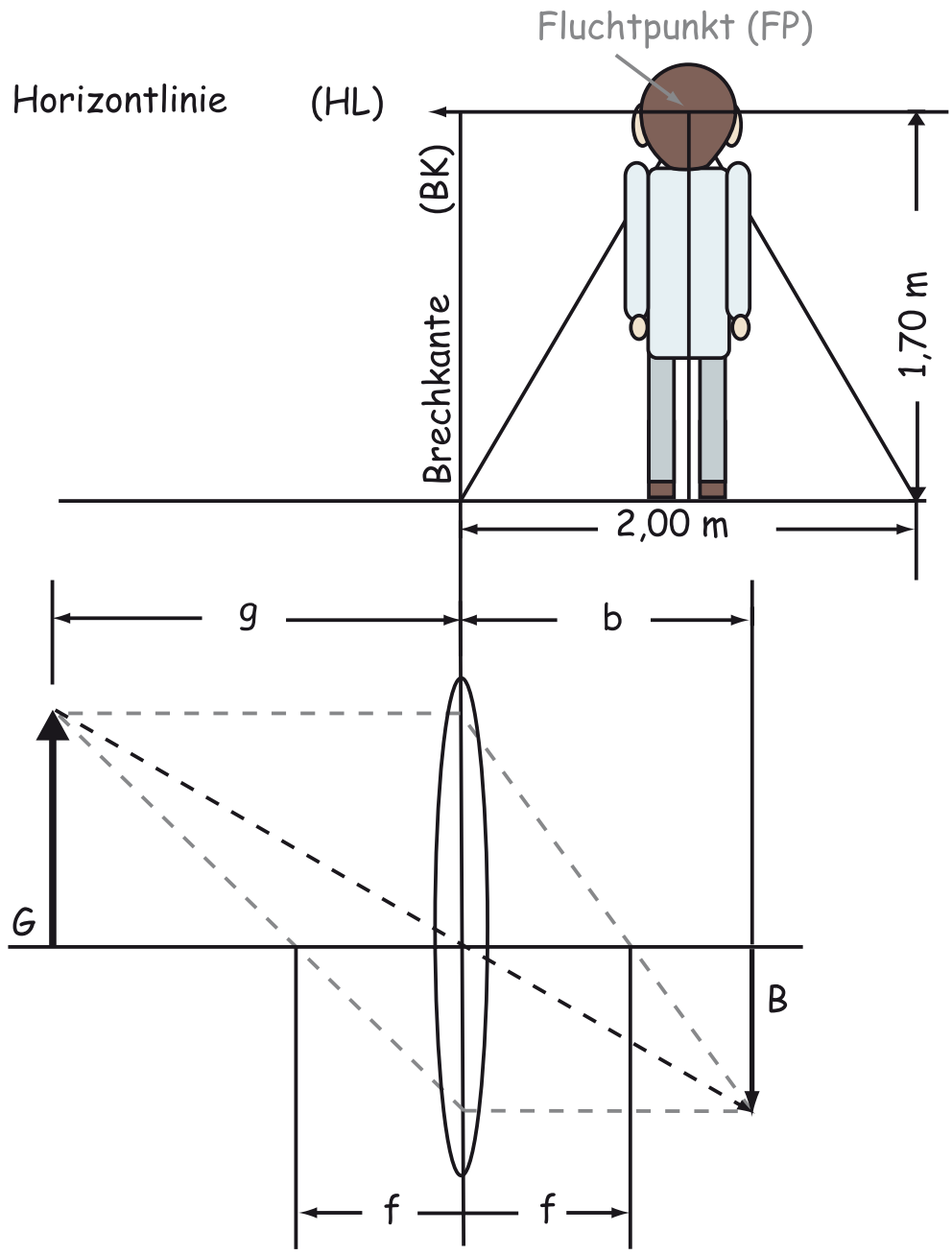
Ein Lichtstrahl, der den Mittelpunkt der Linse durchläuft, passiert ihn ungebrochen. Die reflektierten Lichtstrahlen eines Gegenstandes (**G**) wechseln beim Durchgang durch die Linse ihre Richtung. Der Gegenstand wird an der Leinwand oder einer anderen Projektionsfläche auf dem Kopf (**B**) stehend abgebildet. Die Größe der Abbildung hängt von der Entfernung zwischen dem Gegenstand und der Linse sowie der Entfernung zur Projektionsfläche ab. Wird der Gegenstand etwas weiter von der Linse entfernt, so bleibt dieser natürlich genauso groß, doch an der Projektionsfläche wird die Abbildung kleiner zu sehen sein. Die Brennweite, also die Entfernung von der Mittelachse der Linse bis zu dem Brennpunkt (**f**) ist bei einer symmetrischen Linse hinten und vorne gleich.

Wenn sich nun eine Person in einer Straße zwischen den dortigen Gebäuden befindet, wird ihr Eindruck sein, dass irgendwo ein Punkt existiert, in dem sich die Linien vereinen. Dies ist der so genannte Fluchtpunkt. Dieser Punkt existiert in der Realität nicht, und dieser Umstand erfordert erst einmal etwas gedankliche Konzentration. Tatsächlich handelt es sich bei dem Fluchtpunkt um den Brennpunkt, aus dem die Lichtstrahlen innerhalb des Auges hervortreten und anschließend eine Abbildung auf der Netzhaut erzeugen.

Bevor man einen Gegenstand oder eine Umgebung perspektivisch richtig darstellen kann, müssen die Grundlagen hierzu erst einmal bekannt sein, um dem menschlichen Sehvermögen gerecht zu werden. Schritt für Schritt werden verschiedene Methoden aufgezeigt, um dieses Ziel zu erreichen. Es gibt verschiedene Bücher und Hefte zu dem Thema Perspektive, doch allen gemeinsam fehlt ein exakt definiertes Ziel. Verschiedene Methoden müssen alle auf ein solches Ziel ausgerichtet sein, um ein System bilden zu können.

Vorderansicht

01

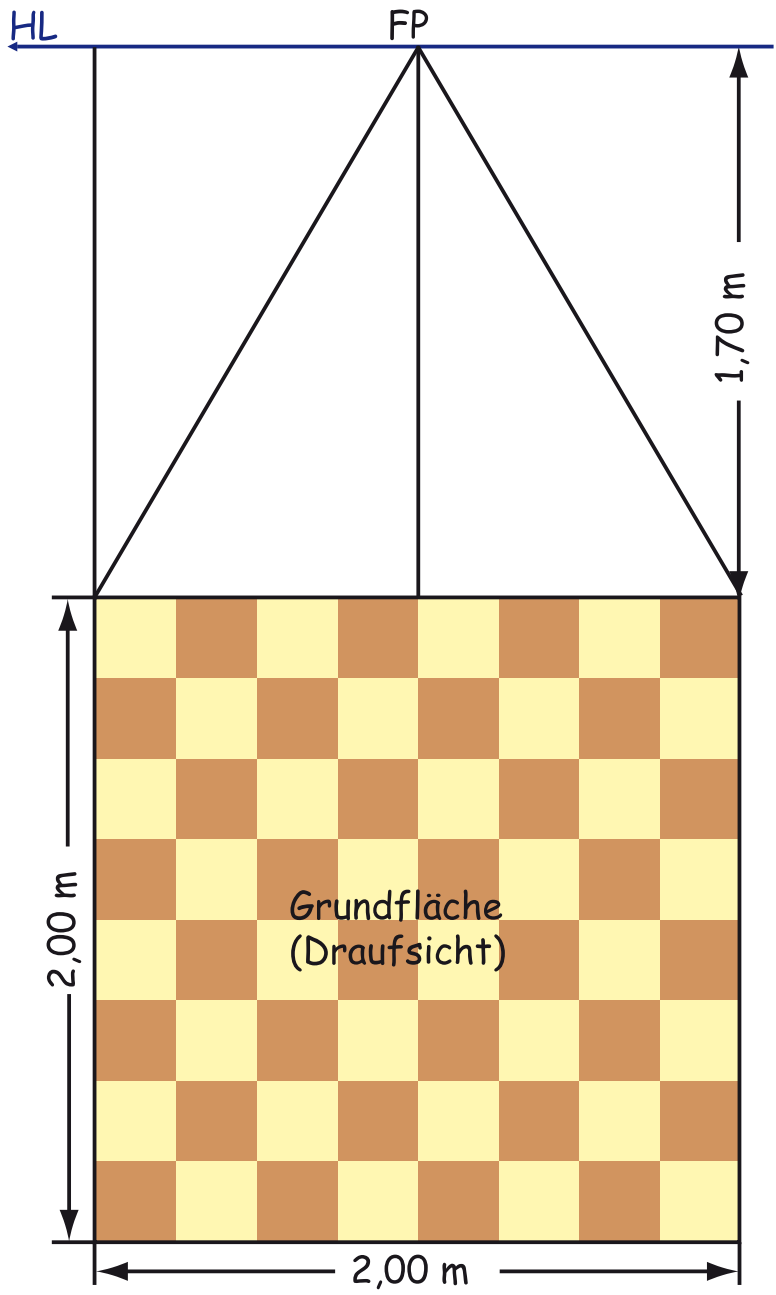


Verfahren oder Herangehensweisen können zwar unterschiedlich sein, doch das Ergebnis muss stimmen. Wenn drei Verfahren zu dem gleichen Ergebnis führen, erhält man ein funktionierendes System. Dieses System bildet den Prüfstein für jedes weitere Verfahren. Im Laufe der Jahrhunderte wurde Einiges an Wissen zusammengetragen, aber nur eine umfassende Untersuchung der Grundlagen, sowie die Integration der einzelnen Verfahren, kann ein funktionierendes System hervorbringen.

Die Mittelachse der Linse liegt auf einer Linie mit der Brechkante aus der **Grafik 01**. Die Gesetzmäßigkeiten der Lichtbrechung gilt es nun in die Konstruktion der perspektivischen Zeichnung zu übertragen. Die Brechkante in dem oberen Teil der Grafik übernimmt die Funktion der mittleren Ebene der Linse, und es werden die Gesetzmäßigkeiten auf die Fluchtlinienkonstruktion angewandt, doch hierzu später mehr. Bei den folgenden Grafiken wird von einer geraden Blickrichtung der Person ausgegangen, d. h., sie schaut parallel zur Bodenebene. In diesem Fall, bleiben alle senkrechten Linien tatsächlich senkrecht. Diese Tatsache lässt sich mittels Fotos nachweisen. Wenn eine Kamera auf einem Stativ exakt horizontal ausgerichtet ist, werden die Senkrechten auch als solche abgebildet. Wird die Kamera nach oben oder unten geneigt, bilden die Senkrechten durch optische Verzerrung einen Fluchtpunkt. Dies fällt nicht immer sofort auf, doch wenn ein Foto von einem Hochhaus gemacht wird, wobei die Kamera stark nach oben geneigt ist schon.

Bei der **Grafik 02** handelt es sich um die vorherige Konstruktion, zu der lediglich eine Draufsicht unterhalb hinzugefügt wurde. Im oberen Teil der Konstruktionszeichnung blickt der Betrachter geradeaus nach vorn in die Tiefe (**Vorderansicht**). Bei einer Person, die etwa 1,85 m groß ist, wird die horizontale Mittelachse der Linsen auf einer Höhe von ca. 1,70 m liegen. Wichtig bei der Konstruktionszeichnung ist ein einheitlicher Maßstab. Wenn man also auf einem Blatt DIN-A 3 die senkrechte Mittellinie des Fluchtliniendreiecks mit 17 cm veranschlagt, so entsprechen 10 cm einem Meter in der Realität. Die Konstruktionszeichnung ist bereits zweidimensional, allerdings könnte es etwas helfen, wenn Sie sich das Schachbrett einfach flach vor sich auf dem Schreibtisch vorstellen (flach von oben) und der obere Teil befindet sich in der aufrechten Position. Schließlich geht es bei der Konstruktion einer perspektivisch korrekten Zeichnung um die Reduzierung einer Dimension, nämlich der Tiefe. Auch ein Foto ist bereits eine zweidimensionale Abbildung eines dreidimensionalen Raumes.

Vorderansicht

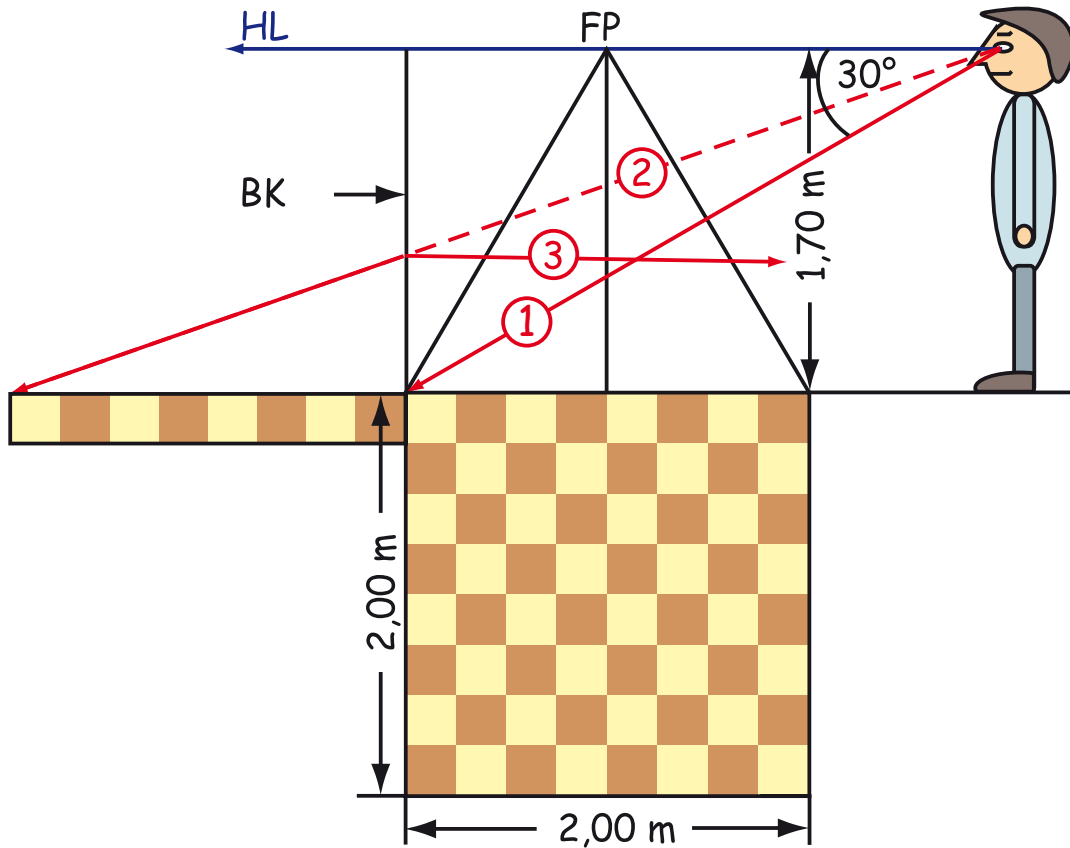


Der 30 Grad-Blickwinkel und die Seitenansicht

03

Seitenansicht

Vorderansicht



Bei der **Grafik 03** handelt es sich um ein kompaktes System, in dem eine Drauf-/Vorder- und Seitenansicht integriert ist. Rechts im Bild steht der Betrachter, um die Linien für die Seitenansicht konstruieren zu können. Der komplette Sehwinkel beträgt vertikal 60° . Es gibt hierzu verschiedene Ansichten, was den Sehwinkel betrifft. In meinem ersten Werk (Das 7-Tage-Einsteigerprogramm Perspektive, ISBN: 3-332-01803-5, erschienen 2006 im Urania Verlag), habe ich durch einen einfachen Versuch diesen Sehwinkel gewählt. Es sind verschiedene Winkel möglich, wie sie auch in der Fotografie verwendet werden, z. B. der Weitwinkel, allerdings verändert sich dabei auch die Tiefe der Objekte. Wenn Sie sich in einem Raum befinden, mit einer freien Wand oder draußen vor einem Haus, können Sie mittels eines Maßbandes die Entfernung zur Wand messen, von der Stelle, wo Sie bei horizontalem Blick die Bodenkante der Wand noch wahrnehmen können. Am Rand des Blickfeldes ist die Umgebung nur noch undeutlich wahrnehmbar. Durch eine maßstabsgetreue Zeichnung der Entfernung zur Wand und Festlegung des seitlich sichtbaren Bereiches, können Sie auf der Zeichnung Ihren horizontalen und vertikalen Blickwinkel ausmessen. Bei einer angenommenen Augenhöhe von 1,70 m (Augenhorizont), beträgt bei einem halben Winkel, also 30° , die Entfernung etwas weniger, als 3 m zur Wand. Sähe man mit einem Auge, würde der Mensch über ein kreisförmiges Blickfeld verfügen, bei zwei Augen sieht der Mensch mehr auf der horizontalen Ebene, als in senkrechter Richtung, so entsteht ein breiteres Blickfeld, wobei sich im mittleren Bereich beide Blickfelder überlappen.

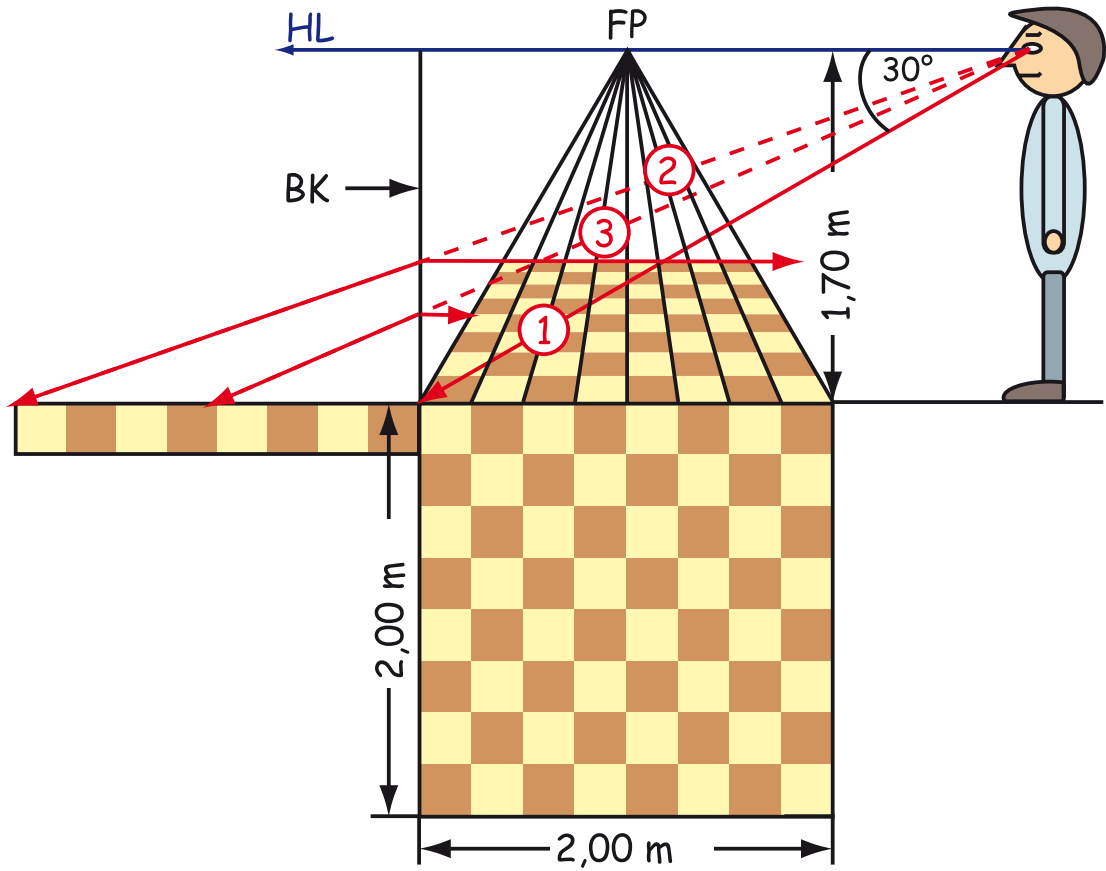
Der Punkt, um diesen Blickpunkt festzulegen, ist der Schnittpunkt, den die **Brechkante BK** mit der Bodenlinie bildet. Die Brechkante könnte man sich auch als eine dünne Glasscheibe vorstellen, durch die der Betrachter das Schachbrett sieht. Auf der Horizontlinie wird dieser Blickpunkt nun markiert, der im Auge des Betrachters liegt. Zwecks Veranschaulichung wurde die **Linie 1** vollständig durchgezogen. In der Seitenansicht befindet sich unten eine Felderreihe, die für die Messung der Tiefe des Schachbrettes dient. Vom Ende des letzten Feldes (Seitenansicht links) wird die **Verbindungslinie 2** zum Blickpunkt gezogen, bzw. bis zu der Brechkante und in die horizontale Richtung umgelenkt. Die **Linie 3** markiert die Tiefe des Schachbrettes. Diese Methode wurde an das Verfahren von Leon Battista Alberti angelehnt, der im fünfzehnten Jahrhundert in Italien lebte. Nun müssen noch die Linien der Felder zum Fluchtpunkt gezogen werden und die waagerechten Linien, dann ist das Schachbrettmuster fertig. Anschließend kann es in den gewünschten Farben koloriert werden (siehe **Grafik 04**).

Wenn ein größeres Blickfeld, und damit verbunden, ein größerer Blickwinkel gewählt wird, tritt der Betrachter scheinbar näher an die imaginäre Glasscheibe heran. Dadurch wird horizontal ein weiterer Bereich sichtbar, allerdings werden die Objekte nach hinten in die Länge gezogen, und optische Verzerrungen sind die Folge. Die Veränderung des Blickwinkels ist den Objektiven von Kameras vorbehalten. Der Vorteil beim Weitwinkelobjektiv besteht in der Erfassung eines größeren Bildausschnittes, den man bei einem Normalobjektiv nicht hat, allerdings auf Kosten gebogener Linien.

Seitenansicht

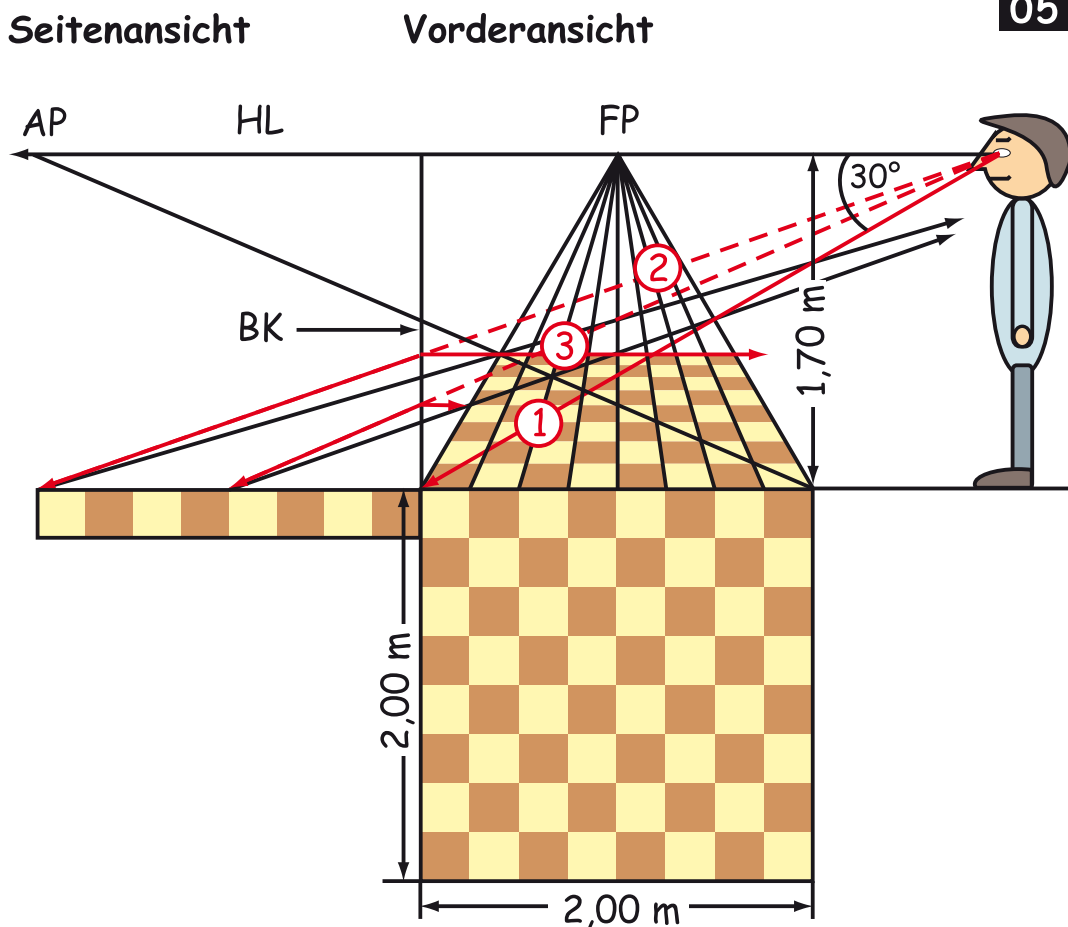
Vorderansicht

04

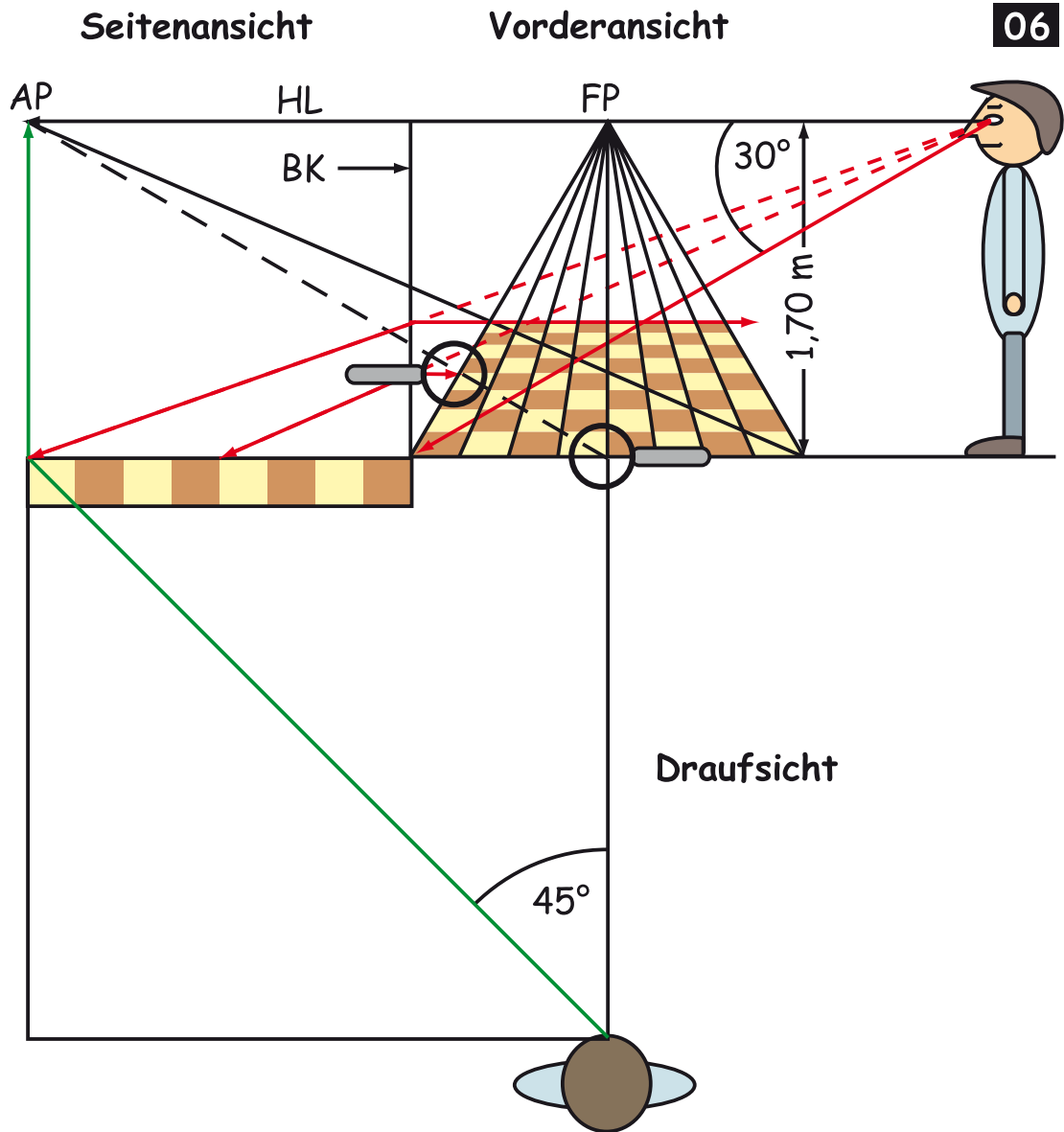


Der Abstandspunkt

05

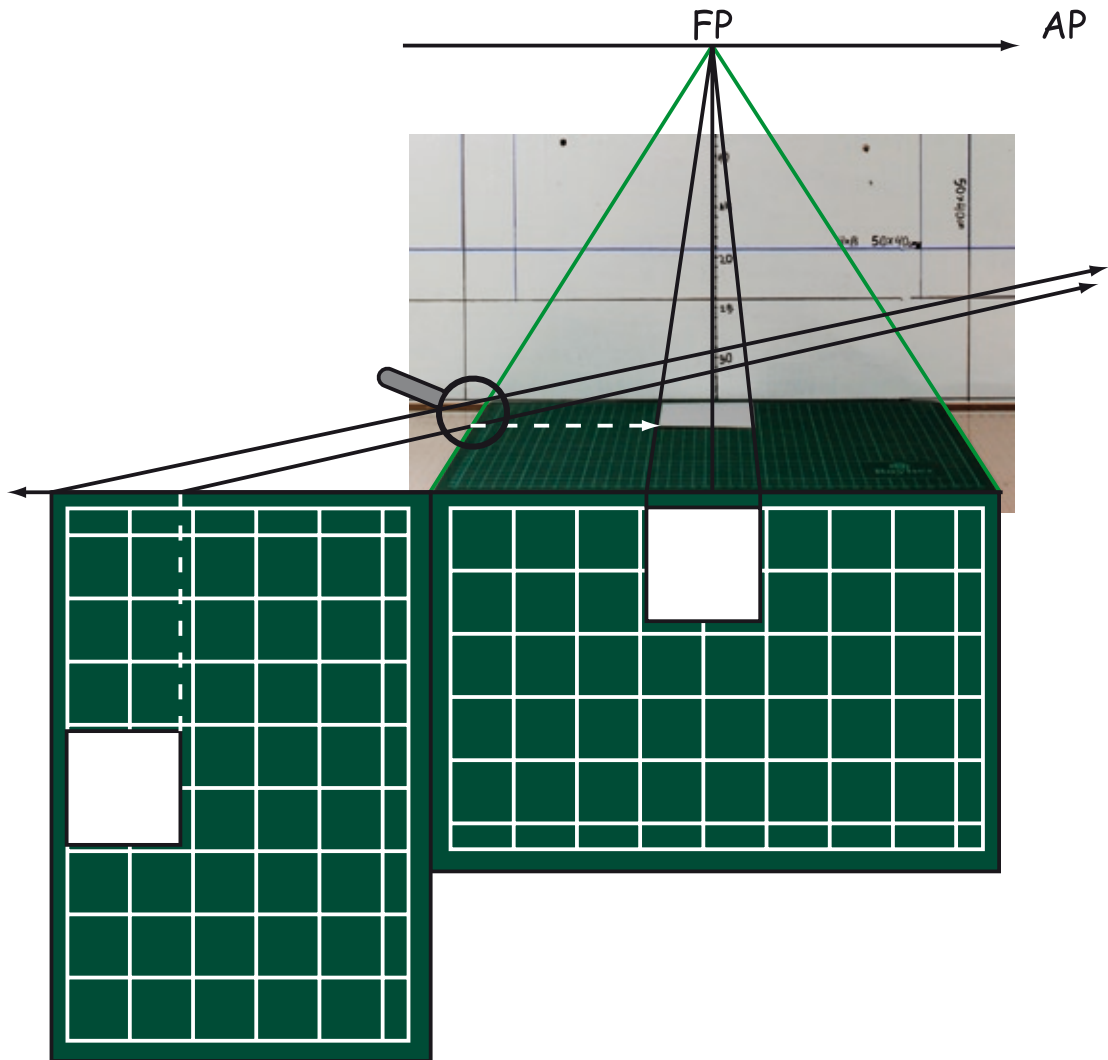


Bei der **Grafik 05** wurde lediglich der Abstandspunkt eingeführt. Dieser Punkt (im Folgenden **AP** genannt) entsteht auf der Horizontlinie, als Schnittpunkt einer Diagonalen, die durch das perspektivisch verzerrte Schachbrett gezogen wird. Der **AP** bildet eine weitere Möglichkeit, die Tiefe festzulegen, wobei die Felder in der Vorderansicht zur Messung der Tiefe dienen. An der rechten unteren Ecke des letzten Feldes an der Bodenlinie beginnt die Diagonale und durchläuft die linke obere Ecke des perspektivisch verzerrten Schachbrettes. Der Abstandspunkt, gemessen vom **FP**, entspricht dem Abstand des Betrachters. Es handelt sich also um die gleiche Entfernung, die der Betrachter rechts im Bild zur Brechkante bzw. der imaginären Glasscheibe hat. Der rechte Abstandspunkt liegt außerhalb der Zeichnung, deshalb weisen die zwei Linien mit Pfeilspitzen lediglich dorthin.

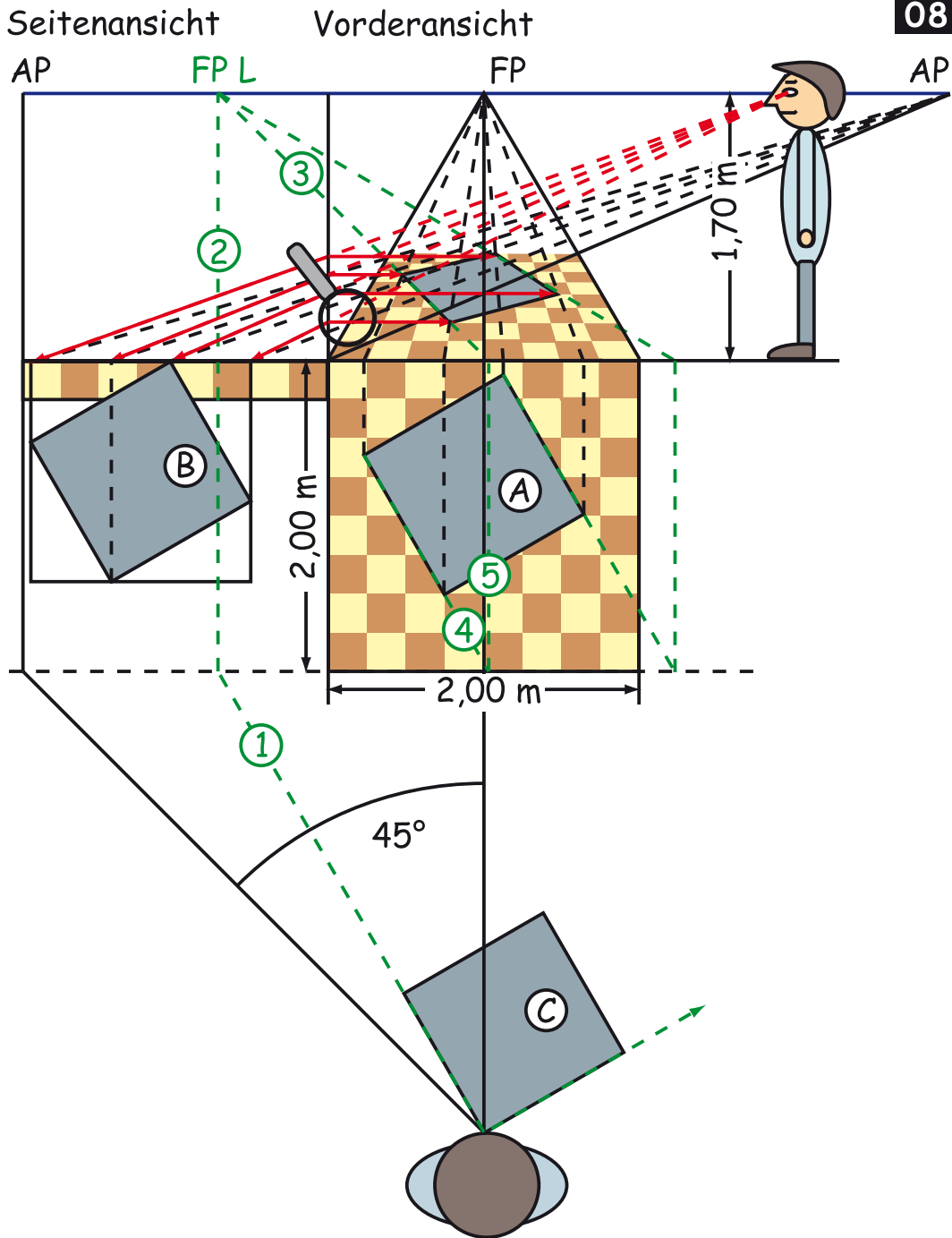


06

Wird auf der Bodenlinie (Mitte des Schachbrettes) eine Linie zum **Punkt AP** gezogen, so wird auf der linken äußeren Fluchtlinie die Hälfte der Tiefe markiert (siehe **Grafik 06**). Die beiden Lupen weisen auf die beiden entsprechenden Punkte der Tiefenmessung hin. Die Linie vom Abstandspunkt tastet also die Tiefe an der Bodenlinie ab, und markiert sie entsprechend an der linken äußeren Fluchtlinie.



Die **Grafik 07** hat ein Foto als Grundlage. Die Maße der realen Schneidematte wurden an die Breite der Schneidematte auf dem Foto angepasst. Anschließend wurde die Vorlage um 90 Grad gegen den Uhrzeigersinn gedreht und an die Grundlinie angelegt, denn es wird die Tiefe der Schneidematte benötigt. Die Verbindung der Ecken durch eine Linie, die bis zur Horizontlinie weiter geführt wurde, erzeugt den Abstandspunkt. Auf die gleiche Weise wurde die untere Kante des weißen Quadrates ermittelt. Die Lupe zeigt die Schnittpunkte der beiden Linien mit der Fluchtlinie.



In der **Grafik 08** wird ein gedrehtes Quadrat verwendet, um den Abstandspunkt näher zu untersuchen. Hierzu werden zwei Verfahren verwendet. Es wird der Betrachter in der Vorderansicht und in der Draufsicht verwendet, mit denen die perspektivisch verzerrte Fläche in der Vorderansicht erzeugt wird. Das gedrehte **Quadrat A** in der Draufsicht muss für die Verwendung des Betrachters entsprechend um 90 Grad gegen den Uhrzeigersinn gedreht, und die Ecken mittels senkrechter Linien zur Bodenlinie verlängert werden, um mittels der Blickstrahlen die Tiefe in der Vorderansicht markieren zu können. Von den senkrecht zur Bodenlinie verlängerten Ecken der **Fläche A** innerhalb der Draufsicht entstehen die Fluchtlinien, die sich mit den horizontalen Linien treffen, die an der Brechkante ihren Ursprung haben. Das Verbinden der Punkte bildet die perspektivisch verzerrte Fläche.

Der zuvor beschriebene 45-Grad-Winkel in der Draufsicht, der vom Betrachter ausgeht, hat die Funktion den Abstandspunkt zu ermitteln. Dieser Abstandspunkt ermöglicht ein proportionales Verhältnis zwischen der gewählten Markierung auf der Bodenlinie und der entsprechenden Tiefe, durch Überschneidung mit der äußeren Fluchtlinie. Diese Linie vom Abstandspunkt entspricht also der Diagonalen eines Quadrates. Die Entfernung des Abstandspunktes zum Fluchtpunkt ist identisch mit der Entfernung des Betrachters zur Brechkante bzw. imaginären Glasscheibe. Die vom rechten Abstandspunkt ausgehenden Linien markieren auf der linken Fluchtlinie die Tiefe der jeweiligen Ecke des Quadrates. Unter der Lupe ist zu erkennen, dass sowohl die rote horizontale Linie, die von dem Schnittpunkt mit dem Blickstrahl ihren Ursprung hat, und die Linie vom Abstandspunkt, die mit der Fluchtlinie einen Schnittpunkt hat, einen Schnittpunkt bilden.

Die Winkel der gedrehten Fläche **C** vom Betrachter innerhalb der Draufsicht werden zur imaginären Glasscheibe mittels Linien verlängert und senkrecht zur Horizontlinie gezogen, wo sie die Fluchtpunkte der gedrehten Fläche bilden. Durch die Verlängerung der Winkel der Fläche **A** und deren Umlenkung an der imaginären Glasscheibe werden zusätzlich Punkte an der Bodenlinie erzeugt, die als Endpunkte für die vom **FP L** kommenden Linien dienen. Die grünen **Linien 1 bis 5** veranschaulichen den Zusammenhang. Es wird bei der Verwendung des Betrachters in der Draufsicht möglicherweise viel Papier benötigt. Die Verlängerung des zweiten Winkels der gedrehten **Fläche C** bis zur imaginären Glasscheibe liegt ziemlich weit rechts außen. Wird eine Fläche nur geringfügig gedreht, so benötigt man für die eine Kante schon eine Tapetenrolle oder Endlospapier, sofern man sich die Mühe machen möchte. Es ist allerdings auch möglich nur mittels der Tangenten in der Draufsicht zu arbeiten. Dies wird weiter hinten im Buch behandelt.