



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Die Lehre von der Beleuchtung und Schattierung**

**Delabar, Gangolf**

**Freiburg im Breisgau [u.a.], 1893**

a) Elementaraufgaben verschiedener Beleuchtungs- und Schattenkonstruktionen in rechtwinkliger Darstellung

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78623](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78623)

daß die Projektionen derselben, wie man aus der Vergleichung mit Fig. 74 sieht, denen der soliden erhabenen Kugel gerade entgegengesetzt sind.

In dem folgenden Abschnitt sollen nun zur Übung zunächst eine Reihe von Elementaraufgaben nach der

gewöhnlichen orthogonalen, sodann eben solche nach der polaren und parallelperspektivischen Darstellung und zuletzt einige schwierigere Beispiele über praktische Anwendungen behandelt werden.

## II.

### Übungsbeispiele und praktische Anwendungen über das Tuschen.

(Fig. 77—105, Blatt 22—32.)

a) Elementaraufgaben verschiedener Beleuchtungs- und Schattenkonstruktionen in rechtwinkliger Darstellung.

(Fig. 77—84, Blatt 22—24.)

**195. Aufgabe.** Es sind die Projektionen eines regulären fünfseitigen Prismas, das auf der Horizontalebene senkrecht aufsteht, sowie die Projektionen der Licht- richtung gegeben, man soll den Schlagshadow desselben auf die beiden Projektionsebenen bestimmen und denselben, wie die Licht- und Schattenflächen des Prismas selbst nach den vorhergehenden Erklärungen richtig schattieren (Fig. 77, Blatt 22).

**Auflösung.** Die Beleuchtungsintensitäten der einzelnen Flächen bestimmt man, wie in § 127, Fig. 50 erklärt worden ist. Die gefundenen Intensitäten sind in den betreffenden Flächen selbst, ähnlich wie die Sophoten bei krummen Flächen mit entsprechenden Ziffern eingeschrieben. Und damit und mit Berücksichtigung des

Beleuchtungsmaßstabes (Fig. 61, Blatt 17) ist man leicht im Stande, sowohl die Licht- als die Schattenflächen des gegebenen Prismas gehörig zu tuschen. Beim Tuschen selbst hat man nur die früher angegebenen Regeln über das Anlegen und Verwaschen gehörig anzuwenden. Die Schattenfläche  $a'b'c'e'_1$  ist daher von  $a'b'$  gegen  $e'e'_1$  hin zu verwaschen, die Lichtfläche  $e'f'g'h'$  dagegen von  $e'f'$  gegen  $g'h'$  hin, während die beiden Flächen  $a'b'h'g'$  und  $bodeh$  gleichmäßig anzulegen sind.

Den Schlagshadow zu finden, muß man vorher die Grenzsophote  $O$  oder die Trennungslinie von Schatten und Licht ( $AbcdeF$ ,  $a'b'c'd'e'f'$ ) auffuchen, durch die Punkte  $(b, b')$ ,  $(c, c')$ ,  $(d, d')$ , ... derselben mit der Lichtrichtung  $(l, l')$  Parallelen  $(bb_1, b'B')$ ,  $(cc_1, c'C')$ ,  $(dd_1, d'D')$ , ... ziehen und deren Spuren  $B', C', D' \dots$  bestimmen und gehörig verbinden, womit die Schlagshadowgrenze  $Ab_1B'C'D'E'f_1F$  gefunden

ist und der Schlagschatten selbst in gehöriger Stärke ausgeführt werden kann. Derselbe ist, früheren Erklärungen zufolge, vom Umfang  $b_1 B' C' D'$  hin etwas zu verwaschen.

**196. Aufgabe.** Es sind die Projektionen einer regulären sechsseitigen Pyramide, die auf der Horizontalebene senkrecht aufsteht, sowie die Projektionen der Lichtrichtung gegeben; man soll den Schlagschatten derselben auf die beiden Projektionsebenen bestimmen und denselben wie die Licht- und Schattenflächen der Pyramide nach den vorhergehenden Erklärungen richtig schattieren (Fig. 78).

**Auflösung.** Die Beleuchtungsintensitäten der einzelnen Seitenflächen bestimmt man, wie in § 128, Fig. 51, erklärt worden ist. Dieselben sind ebenfalls in den einzelnen Flächen der Figur eingeschrieben. Den Schlagschatten zu bestimmen, ziehe man durch die Spitze ( $s, s'$ ) der Pyramide eine Parallele mit der Lichtrichtung ( $l, l'$ ) und suche die Spuren  $S$  und  $S'$  derselben mit den Projektionsebenen. Ziehe dann von  $S$ , der hier außer die Zeichnungsfläche fallenden Horizontalspur, die die Basis einschließenden Geraden  $SA (A a_1)$  und  $SB (B b_1)$  und verbinde die Punkte, worin diese die Projektionsachse, wie in  $b_1$ , durchschneiden, mit  $S'$ , so ist in  $A a_1 S' b_1 B$  die Schlagschattengrenze gefunden.

Bezüglich des Tuschierens sind im Grundriß die Schattenflächen  $AsC, CsD, DsE$  von der Spitze  $s$  an gegen die Grundlinien  $AC, CD, DB$  und die

Lichtflächen  $EsF, EsB, FsA$  von den Grundlinien  $EF, EB, FA$  an gegen die Spitze  $s$  zu verwaschen, während im Aufriß die Schattenfläche  $a's'c'$  von  $a's'$  gegen  $c's'$  und die Lichtfläche  $e's'f'$  von  $e's'$  an gegen  $f's'$  und die mittlere Lichtfläche  $f's'a'$  von der Spitze  $s'$  an gegen die Grundlinie  $f'a'$  zu verwaschen und der Schlagschatten vom Umfang  $A CDB$  des Körpers an gegen  $a_1$  und  $b_1$  und von da gegen  $S'$  anzulegen und ebenfalls etwas zu verwaschen ist.

**197. Aufgabe.** Es sind die Projektionen eines regulären Dodekaeders, der mit zwei Flächen parallel zur Horizontalebene und beliebig gedreht zur Vertikalebene ist, sowie die Projektionen der Lichtrichtung gegeben; man soll die Beleuchtungsintensitäten der Oberflächen wie den Schlagschatten desselben auf die Projektionsebenen bestimmen und diesen wie jene richtig tuschieren (Fig. 79).

**Auflösung.** Die Beleuchtungsintensitäten der einzelnen Oberflächen, die ebenfalls in letztem eingeschrieben sind, werden, wie § 129, Fig. 52, gezeigt worden ist, gefunden, und den Schlagschatten  $KA a_1 B' C' D' E' F' G H I K$  findet man aus der Schattengrenze ( $abedef \dots k, a'b'c'd'e'f' \dots k'$ ) zwischen Licht und Schatten auf bekannte Weise, indem man durch die Eckpunkte ( $a, a'$ ), ( $b, b'$ ),  $\dots$  derselben mit der Richtung ( $l, l'$ ) Parallelen zieht und ihre Spuren  $A, B', C', \dots$  sucht.

Das Tuschieren sowohl der Licht- und Schattenflächen

als des Schlagschattens ist in der Figur sichtlich gemacht und vom Schüler auf gleiche Weise auszuführen.

**198. Aufgabe.** Es sind die Projektionen eines auf der Horizontalebene senkrecht stehenden Kreiszylinders sowie die Projektionen der Lichtrichtung gegeben; man soll die Isophoten der Cylinderoberfläche, sowie den Schlagschattenumriß bestimmen und den Schlagschatten wie die Cylinderoberfläche richtig tuschieren (Fig. 80, Blatt 23).

**Auflösung.** Die Isophoten der Cylinderfläche findet man wie in § 60, Fig. 25, und der Schlagschattenumriß  $Aa_1B'C'D'E'F'g_1G$  wird aus der Schattengrenze ( $AbcdofG, a'b'c'd'e'f'g'$ ) auf bekannte Weise gefunden, indem man nämlich durch die einzelnen Punkte ( $b, b'$ ), ( $c, c'$ ), . . . der schattenwerfenden Linie Parallelen mit der Lichtrichtung ( $l, l'$ ) zieht und ihre Spuren  $B', C', D', \dots$  bestimmt und in gehöriger Ordnung miteinander verbindet.

Sind auf diese Weise die Isophoten wie der Umriß des Schlagschattens gefunden, so ist das Schattieren der Cylinderfläche wie des Schlagschattens, wie ebenfalls schon früher (Fig. 65) angegeben worden ist, auszuführen. Von der hellsten Linie 8,2 (mit der Intensität 0,82) an lege man nämlich mit einem ersten (der angegebenen Beleuchtungsintensität entsprechenden) Ton die Fläche zu beiden Seiten ganz an, sodann mit einem zweiten, etwas stärkeren Ton von den Isophoten  $+8 + 8, +8 + 8$  angefangen wieder bis ans Ende zu beiden Seiten (links

und rechts), hernach ebenso von den Isophoten  $+7 + 7, +7 + 7$  angefangen bis zu beiden Seiten, womit auf der linken Seite das Tuschen zu Ende ist, während auf der rechten Seite von den Isophoten  $+6 + 6$  bis ans Ende, nachher von  $+5 + 5$  bis  $-5 - 5$ , von  $+4 + 4$  bis  $-4 - 4$ , von  $+3 + 3$  bis  $-3 - 3$ , von  $+2 + 2$  bis  $-2 - 2$ , von  $+1 + 1$  bis  $-1 - 1$  noch weiter, und zwar jedesmal mit einem entsprechend stärkeren Ton getuschelt werden muß, bis bei 00, dem stärksten eigenen Schatten, die Schattierung der ersten Überarbeitung zu Ende geht.

Um eine schöne, allmählich ineinander übergehende Rundung zu erhalten, muß die gleiche Arbeit aber noch ein-, zwei- oder mehreremal wiederholt und bezüglich der einzelnen Schichten zudem die oben angegebenen Regeln des Verwaschens und Tuschierens möglichst berücksichtigt und angewendet werden. Wie früher im theoretischen Teile wiederholt hervorgehoben worden ist, sind die im Schatten zwischen 00 und  $-1 - 1, -1 - 1$  und  $-2 - 2, \dots$  befindlichen Schichten jedoch merklich dunkler als die entsprechenden im Licht befindlichen Streifen zwischen 00 und  $+1 + 1, +1 + 1$  und  $+2 + 2, \dots$ . Deshalb erfordern die im Schatten liegenden und nur durch Reflexlicht beleuchteten Flächenschichten je nach der Stärke des Tuschtönen noch eine oder mehrere Überarbeitungen, wobei die erwähnten Regeln des Verwaschens und Tuschens in gleicher Weise zu berücksichtigen und in Anwendung zu bringen sind.

199. Aufgabe. Es sind die Projektionen eines auf der Horizontalebene senkrechten Kreiskegels sowie die Projektionen der Lichtrichtung gegeben; man soll die Isophoten der Kegeloberfläche und den Umriss des Schlagschattens bestimmen und die Kegeloberfläche wie den Schlagschatten im Grund- und Aufsriß richtig tuschieren (Fig. 81).

Auflösung. Die Isophoten der Kegelfläche findet man, wie in § 70, Fig. 30, gezeigt worden ist, und den Umriss des Schlagschattens, indem man durch die Spitze ( $s, s'$ ) des Kegels mit der Lichtrichtung ( $l, l'$ ) eine Parallele zieht, deren Spuren  $A$  und  $B'$  sucht, von  $A$  an den Grundkreis die Tangenten  $AC$  und  $AD$  zieht und die Punkte  $c_1$  und  $d_1$ , wo letztere die Projektionsachse schneiden, mit  $B'$  verbindet. Sind auf diese Weise die Isophoten der Kegelfläche im Grund- und Aufsriß, sowie der Umriss des Schlagschattens gefunden, so ist das Tuschieren der Kegelfläche wie des Schlagschattens auf bekannte Weise (siehe Fig. 71) auszuführen. Man beginne nämlich wieder mit der hellsten Linie 9,6 (deren Beleuchtungsintensität 0,96 ist) und einem schwachen Tuschtone, der der angegebenen Intensität entspricht, indem man damit im Grundriß den im Licht befindlichen Teil der Kegelfläche von den dunkelsten Isophoten  $Cs$  und  $Ds$  gegen die hellste Isophote  $Fs$  und gleichzeitig vom Kreisumfang  $DFC$  an radial gegen das Centrum  $s$ , den Schattenteil aber umgekehrt von den dunkelsten Isophoten  $Cs$  und  $Ds$  gegen  $sE$  und von der Spitze  $s$  gegen den Kreisumfang  $DEC$  und im

Aufsriß von der dunkelsten Isophote  $Os'$  nach beiden Seiten bis zur hellsten Linie  $+9,6s'$  und dann auch von der äußersten Seite links bis zu  $+9,6s'$ , sowie von der Spitze  $s'$  bis zur Grundlinie (in der Achse) verwäscht und dasselbe Verfahren mehrmals nacheinander wiederholt und bei jeder neuen Überarbeitung wieder eine Schicht oder ein zwischen zwei aufeinander folgenden Isophoten befindliches Flächenelement ausläßt. Wegen der angedeuteten doppelten Verwäschung und des besondern Umstandes, daß die Isophoten gegen die Spitze ( $s, s'$ ) zu immer näher zusammenfallen und sich in dieser wirklich in einem Punkt vereinigen, bietet das Schattieren der Kegelfläche dem Anfänger immer besondere Schwierigkeit und erfordert daher die größte Aufmerksamkeit.

Es ist aber nicht zu verkennen, daß nach unserer Methode bei Benützung der Isophoten die Aufgabe des Tuschens einer Kegelfläche bedeutend erleichtert ist und daher bei gehöriger Aufmerksamkeit von jedem Schüler ziemlich bald befriedigend gelöst werden kann.

200. Aufgabe. Es sind die Projektionen eines hohlen kreisförmigen, auf der Horizontalebene senkrecht aufstehenden Cylinders sowie die Projektionen der Lichtrichtung gegeben; man soll die Isophoten der hohlen Cylinderfläche wie die Umrisse des Schlagschattens auf die beiden Projektionsebenen und die hohle Cylinderfläche selbst bestimmen und diese wie den Schlagschatten richtig tuschieren (Fig. 82).

Auflösung. Die Isophoten der hohlen Cylinderfläche findet man, wie in § 130, Fig. 53, gezeigt worden ist, und den Umriss des Schlagschattens auf die Projektionsebenen, wie bereits § 198, Fig. 80, angegeben wurde. Ebenso erhält man auch den Schlagschatten ( $GHi$ ,  $g'h'i'n'h'_1h'_2$ ), indem man durch einzelne Punkte des Bogens ( $hki$ ,  $h'k'i'$ ), wie ( $k$ ,  $k'$ ), Strahlen parallel ( $l$ ,  $l'$ ) zieht und deren Durchschnittspunkte, wie ( $n$ ,  $n'$ ), mit der hohlen Cylinderfläche bestimmt.

Die Schattierung der hohlen Cylinderfläche wird auf gleiche Weise wie die Mantelfläche des massiven Cylinders Fig. 65 und Fig. 82 nur in umgekehrter Ordnung ausgeführt. Bezüglich des Schlagschattens auf die hohle Cylinderfläche ist noch besonders zu bemerken, daß derselbe von der Grenzlinie  $h_1h_2$  gegen  $h'g'$  hin etwas zu verwaschen ist.

201. Aufgabe. Es sind die Projektionen eines regulären sechsseitigen, auf der Horizontalebene senkrecht stehenden Prismas mit cylindrischem Wulst, sowie die Projektionen der Sichtrichtung gegeben; man soll den Schlagschatten, den der cylindrische Wulst (im Aufsicht) auf die vordern Flächen des Prismas und der obere Teil des letztern auf die obere Kreisfläche des Wulstes (im Grundriß) und den die ganze Körperzusammensetzung auf die Projektionsebenen wirkt, sowie die Beleuchtungsintensitäten der Prismenflächen und die Isophoten der Cylinderfläche des Wulstes bestimmen und die ganze Figur richtig tuschieren (Fig. 83, Blatt 24).

Auflösung. Die Beleuchtungsintensitäten der Oberflächen des Prismas und die Isophoten des cylindrischen Wulstes findet man, wie früher § 127, Fig. 50, und § 60, Fig. 25, für jeden Körper besonders gezeigt worden ist. Dieselben sind in der Figur eingeschrieben, resp. eingezeichnet. Den Schlagschatten auf die Projektionsebenen erhält man am einfachsten, wenn man jeden Körper besonders ins Auge faßt und den Schlagschatten, den er auf dieselben wirft, einzeln für sich bestimmt, dann aber von den Umrisslinien nur diejenigen beibehält, welche der Grenzlinie des ganzen Schlagschattens angehören. Auf diese Weise findet man  $A_1A_2BD'e'O'F'_1F'_2GHJA_1$  als Umriss des Schlagschattens des cylindrischen Wulstes und  $kk',K'E'M'N'n,n$  als Schlagschattenumriss des sechsseitigen Prismas. Damit ist alsdann die Grenzlinie  $kJA_1A_2BD'E'M'N'O'F'_1F'_2GHn$  des ganzen Schlagschattens bestimmt, von dem horizontal das Stück  $kihn$  und vertikal das Stück  $M'N'O'F'_1F'_2G$  verdeckt ist.

Bezüglich des Schlagschattens des cylindrischen Wulstes wird die Konstruktion im Grundriß vereinfacht, wenn man zuerst den Schlagschatten  $C_1$  und  $C_2$  des Centrum ( $e, e_1$ ) und ( $e, e_2$ ) sucht und mit dem Radius  $ae$  aus  $C_1$  und  $C_2$  Kreisbogen  $A_1JHG$  und  $BA_2$  beschreibt, welche durch die Tangente  $A_1A_2$  miteinander verbunden sind. Vertikal müssen dagegen die elliptischen Bogen  $BD'e'O'F'_1$  und  $F'_2G$  punktweise mittels der Vertikalspuren  $D',e',F'_1, \dots$  der Schatten-

werfenden Strahlen gesucht werden, wie dies auch mit dem halben Sechseck  $K'E'M'N'$  der Fall ist.

Den Schlagschatten des obern Prismenstückes auf die obere Kreisfläche des cylindrischen Wulstes (im Grundriß) erhält man ebenfalls am einfachsten, wenn man zuerst den Schlagschatten  $C_3$  des Centrum (e, e') auf die obere Kreisfläche sucht und das zugehörige Sechseck, soweit es auf die letztere zu liegen kommt, verzeichnet. Wie man sieht, kommt dasselbe nur mit dem Stück  $k, \delta$  auf die Kreisebene zu liegen. Der übrige Teil fällt außerhalb und bildet sich vertikal bei  $D'E'M'N'$  ab.

Den Schlagschatten, den die untere Kreisfläche auf die Prismenfläche (im Aufsriß) wirft, findet man ebenfalls, indem man durch eine hinreichende Anzahl Punkte des schattenwerfenden Bogens ( $p, r, t$ ,  $p', r', t'$ ) Parallelen mit der Lichttrichtung zieht, ihre Durchschnittspunkte ( $p_1, p'_1$ ), ( $q_1, q'_1$ ), ( $r_1, r'_1$ ), ( $s_1, s'_1$ ), ... bestimmt und die Vertikalprojektionen  $p'_1, q'_1, r'_1$ , sowie  $r'_1, s'_1, t'_1$  durch stetige trumme Linien verbindet. Hinsichtlich der Ausföhrung des Schattierens ist nichts weiter mehr zu bemerken, als daß der Schlagschatten  $kk_1, \delta h$  etwas stärker als jener  $iJA_1A_2BD'E'M' \dots GHh$  zu halten ist, und daß ebenso der Schlagschatten auf die Prismenflächen an den Grenzlinien  $p'_1q'_1r'_1$  und  $r'_1s'_1t'_1$  etwas stärker als nach oben, sowie auch stärker als der Schlagschatten auf die V.E. zu halten ist.

202. Aufgabe. Es sind die Projektionen eines auf der Horizontalebene senkrecht stehenden Kreisylinders

mit einer regulären sechsseitigen Deckplatte sowie die Projektionen der Lichttrichtung gegeben; man soll die Beleuchtungsintensität der Oberflächen der Deckplatte und die Isophoten des senkrechten Kreisylinders sowie den Schlagschatten, den die Deckplatte auf den Cylinder und die ganze Körperzusammenstellung auf die Projektionsebenen wirft, bestimmen (Fig. 84).

Auflösung. Die Beleuchtungsintensitäten für die Oberflächen der Deckplatte und die Isophoten der Cylinderfläche findet man, wie § 127, Fig. 50, und § 60, Fig. 25, angegeben worden ist. Dieselben sind in der Figur ebenfalls eingeschrieben resp. eingezeichnet.

Den Schlagschatten auf die Projektionsebenen bestimmt man wieder zuerst einzeln für sich und behält hernach bloß jene Umrißlinien bei, die der Grenzlinie des ganzen Schlagschattens angehören. Man erhält auf diese Weise den Schlagschattenumriß  $HH_1A_1A_2a, B'D'E_1E_2F'J'_1J$ , von dem das Stück  $Hh d i J$  im Grundriß und das Stück  $\delta'D'E_1E_2F'J'_1$  im Aufsriß verdeckt ist.

Beim Schlagschatten der Deckplatte im Grundriß ist es wiederum am einfachsten, die Schlagschatten  $C_2$  und  $C_3$  der Mittelpunkte (e, e') und (e, e') zu bestimmen und die zugehörigen regulären Sechsecke, soweit diese eben noch auf die Horizontalebene fallen, zu verzeichnen. Man sieht, daß im vorliegenden Fall vom untern Sechseck bloß noch das Stück  $A_1H_1$  auf die H.E. fällt und daß die aufrechte Kante ( $a, a_1, a'_2$ ) ihren Schatten in  $A_1A_2$  und das obere Sechseck aber

feinen Schlagschatten in  $A'_2 a_1$  in der H.E. und in  $a_1 B'D'E'_1 \dots$  in der V.E. hat. Den Schatten der Deckplatte auf die Zylinderfläche erhält man, indem man durch einzelne Punkte der Schattenwerfenden Linie ( $p, g, t$ ,  $p', g', t'$ ) mit der Lichtrichtung Parallelen zieht und deren Durchschnittspunkte ( $p_1, p'_1$ ), ( $q_1, q'_1$ ), ... mit der Zylinderfläche bestimmt und deren Vertikalprojektionen  $p'_1, q'_1, g'_1$ , sowie  $g'_1, s'_1, t'_1$  durch stetige krumme Linien aus freier Hand verbindet.

Bezüglich der Ausführung des Schattierens halte man sich an die früher erklärten Regeln und an die betreffs der vorigen Figuren angegebenen Erläuterungen.

b) Elementaraufgaben verschiedener Beleuchtungs- und Schattenkonstruktionen in parallel- und polarperspektivischer Darstellung.

(Fig. 85—92, Blatt 25.)

**203.** Nehmen wir auch hier bezüglich der Licht- richtung den einfachsten Fall an, daß die Projektionen des Lichtstrahles mit der zwischen denselben liegenden Koordinatenachse  $OX$  einen Winkel von  $45^\circ$  einschließen, so findet man die Richtung des Lichtstrahles selbst für die Schattenkonstruktion in orthographisch parallel- perspektivischer Darstellung wie folgt.

Ist  $OZXY$  (Fig. 85) das gegebene Achsenkreuz für das den folgenden Darstellungen zu Grunde ge- legte Projektionssystem  $z:x:y = 1:1:\frac{1}{2}$ , wofür be- kanntlich die Achsenwinkel  $H_1 OZ = H_2 OZ = 90^\circ$ ,

$\sphericalangle H_2 OX = \gamma = 7^\circ 11'$  und  $H_1 OY = \theta = 41^\circ 25'$ , und macht man  $O1 = O1_2$  (beliebig groß) und  $O1_1 = \frac{1}{2} O1 = \frac{1}{2} O1_2$  und zieht  $11_1$  und  $11_2$ , so sind dies die Projektionen des Lichtstrahles auf die Ebenen  $XY$  und  $XZ$ ; und zieht man durch  $1_1$  eine Parallele mit  $OZ$  und durch  $1_2$  eine Parallele mit  $OY$  und verbindet man  $1$  mit  $L$ , dem Durchschnittspunkt beider Parallelen, so ist die Verbindung  $1L$  die Richtung des einfallenden Lichtstrahles selbst. Macht man noch  $O1_0 = O1_2 = O1$  und  $1_0 1_1 = 1_0 1_2$  und zieht durch  $1_0$  eine Parallele mit  $OZ$  und durch  $1_2$  eine Parallele mit  $OY$  und verbindet  $1_2$ , den Durchschnittspunkt beider Parallelen, mit  $1_0$  und zieht endlich auch noch  $1_0 1_2$ , so erhält man in der letztern Linie die Vertikalprojektion der Lichtrichtung, welche mit der Projektionsachse  $H_1, H_2$  den Winkel  $O1_0 1_2 = 45^\circ$  einschließt, und in der Ge- raden  $1_0 1_2$  die in die Vertikalebene umgedrehte Licht- richtung selbst, deren horizontaler Neigungswinkel  $\lambda 1_0 1_2 = \alpha = 35^\circ 16'$  beträgt. Damit ist man nun im stande, den Schatten irgend eines Gegenstandes nach dem angegebenen orthographisch-parallelperspektivi- schen Projektionssystem zu finden.

**204. Aufgabe.** Es sei in Fig. 86 die ortho- graphisch-monometrische Projektion  $ABDE$  eines aus dem vertikalen Stab  $AB$  und dem horizontalen Stab  $DE$  bestehenden Kreuzes, sowie die parallel- perspektivische Lichtrichtung  $L1$  und die Grundrißprojektion  $1_1 1$  der