OPENACS AND TCL/TK CONFERENCE 2025, JULY 10-11

- Andreas Kupries
- AKTIVE
  - AK Tcl Image Vector Extension
  - MIT/BSD Licensed
  - Inspired by VIPS
  - Mixes C and Tcl via Critcl

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

- Inspired by VIPS
  - Library for the processing of large images
- Similarities
  - Demand-driven: Lazy construction
  - Horizontally Threaded Execution
- Differences
  - **double** is the only pixel value type
  - Wedded to Tcl, not GNOME (GObject)
  - Code Generation, also docs, examples

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

- Historical notes
  - Begun as experiment with code gen
  - Operator specs first translated to
    - implementations (C, Tcl)
  - Then also documentation, examples
- C, Tcl, Critcl - Each used for their strengths
  - C is fast
  - Tcl is high-level
  - Critcl mixes them easily

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

- I/O
  - Read/write Channels, Files, Tcl Values
  - Currently supported image formats:
    - PPM, PGM
    - AKTIVE (package's own format)
  - PPM/PGM values are the connection to Tk

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

```
operator op::math1::abs {
    section transform math unary

    note Applies the unary function `abs(I)`.

    input

    simplify for   src/type @self   returns src
    simplify for   constant abs

    state -setup {
    #define IN_GEOM aktive_image_get_geometry (srcs->v[0])
        aktive_geometry_copy (domain, IN_GEOM);
    }

    pixels {
    #define FETCH aktive_region_fetch_area (srcs->v[0], request)
        aktive_blit_unary0 (block, dst, fabs, FETCH);
    }
}
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

```
proc aktive::op::math1::abs {src} {
    ::aktive simplify do \
        src/type op::math1::abs \
        /src
    ::aktive simplify do \
        src/type image::from::value \
        /fold/constant/0 abs
    Iabs $src
}
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

```
critcl::cproc aktive::op::math1::Iabs {
  Tcl_Interp*  ip
  aktive_image src
} aktive_image {
  /* src :: keep */
  /* no parameters */
  aktive_image _r = aktive_image_check (ip,
        aktive_op_math1_abs_new (ip, src));
  return _r;
}
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

```
extern aktive_image
aktive_op_math1_abs_new (Tcl_Interp* ip, aktive_image src) {
  TRACE_FUNC("", 0);

  static aktive_image_type aktive_op_math1_abs_opspec = {
    .name          = "op::math1::abs"
  , .sz_param      = 0
  , .setup         = (aktive_image_setup)  aktive_op_math1_abs_setup
  , .region_fetch = (aktive_region_fetch) aktive_op_math1_abs_region_fetch
  };

  aktive_image_vector srcs = {
      .c = 1, .v = &src
  };

  aktive_image r = aktive_image_new (&aktive_op_math1_abs_opspec,
                                     NULL, &srcs);
  TRACE_RETURN ("(aktive_image) %p", r);
}
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

```
static int
aktive_op_math1_abs_setup (
  aktive_image_info* info
, Tcl_Obj**          meta
) {
  TRACE_FUNC("((aktive_image_info*) %p)", info);
  aktive_image_vector* srcs   = &info->srcs;
  aktive_geometry*     domain = &info->domain;
#define                state  (info->state)
  // - - -- --- ----- -------- ------------- ----------------

  #define IN_GEOM aktive_image_get_geometry (srcs->v[0])
  aktive_geometry_copy (domain, IN_GEOM);

  // - - -- --- ----- -------- ------------- ----------------
  TRACE_GEOMETRY (domain);
#undef state
  TRACE_RETURN ("(ok) %d", 1);
}
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

```
static void
aktive_op_math1_abs_region_fetch (
  aktive_region_info* info    // Params, inputs, (image) state
, aktive_rectangle*   request // Area to fetch
, aktive_rectangle*   dst     // Destination in `block`
, aktive_block*       block   // Pixel storage
) {
  [...]
  aktive_region_vector* srcs    = &info->srcs;
  aktive_geometry*      idomain = info->domain;
  [...]
  // - - -- --- ----- -------- ------------- ----------------

  #define FETCH aktive_region_fetch_area (srcs->v[0], request)
  aktive_blit_unary0 (block, dst, fabs, FETCH);

  // - - -- --- ----- -------- ------------- ----------------
  TRACE_RETURN_VOID;
}
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

Section	Lines	Percent
Runtime	**9617**	**9.42**
DSL	**5100**	**5.00**
Operators	**15414**	**15.10**
Generated	**69504**	**68.08**
Doc Source	**2455**	**2.40**
Total	102090	100.00

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

Demo

The images and graphs seen in the coming slides were all created by AKTIVE

Our task: Given an image containing a document or book page, extract the area of the document or page, and rectify it

A complication: For book pages the image may not only contain the page of interest, but also part of the opposite page

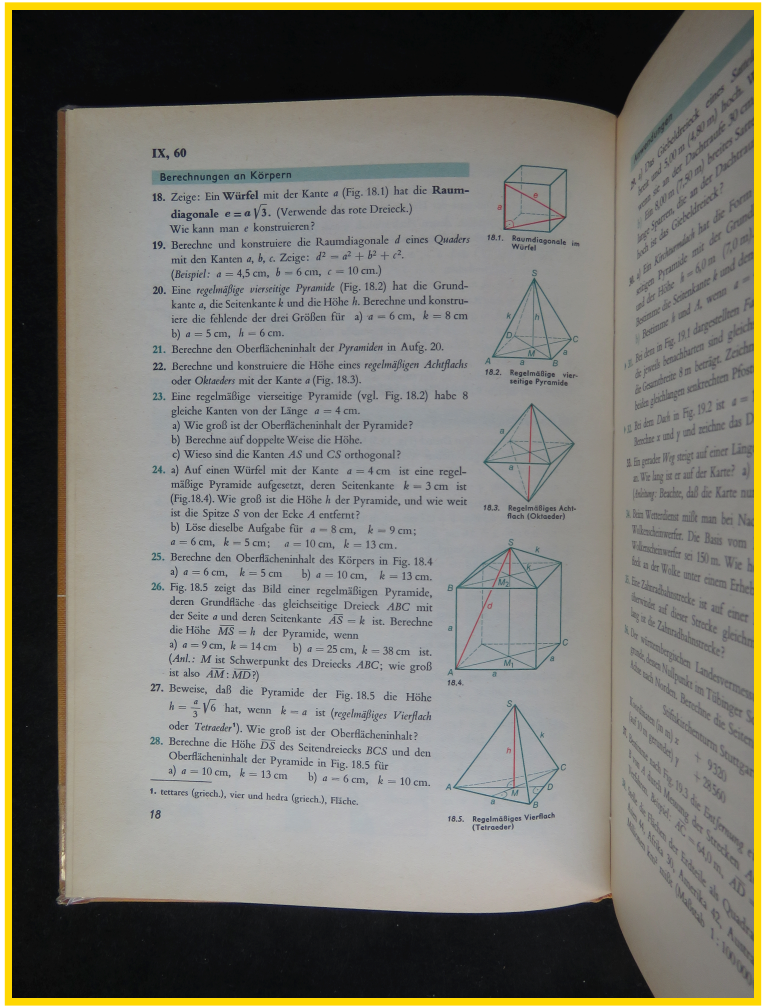
AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

Book data; origin of the page image

```
General
Prop    title           Geometry 2
Prop    author          Lambacher Schweizer
Prop    pubdate         1970
Prop    publisher       Ernst Klett Verlag Stuttgart

Prop    language        de
Prop    binding         hardcover
Prop    mmwidth         162
Prop    mmheight        232

Prop    editshotorder   odd/even
Prop    editsize        800
Prop    exportmode      space
Prop    exportsize      dpi best
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

INPUT 3456 X 4608



IX, 60

Berechnungen an Körpern

18. Zeige: Ein **Würfel** mit der Kante a (Fig. 18.1) hat die **Raumdiagonale** $e = a\sqrt{3}$. (Verwende das rote Dreieck.)
Wie kann man e konstruieren?

19. Berechne und konstruiere die Raumdiagonale d eines *Quaders* mit den Kanten a, b, c. Zeige: $d^2 = a^2 + b^2 + c^2$.
(*Beispiel:* $a = 4{,}5$ cm, $b = 6$ cm, $c = 10$ cm.)

20. Eine *regelmäßige vierseitige Pyramide* (Fig. 18.2) hat die Grundkante a, die Seitenkante k und die Höhe h. Berechne und konstruiere die fehlende der drei Größen für a) $a = 6$ cm, $k = 8$ cm b) $a = 5$ cm, $h = 6$ cm.

21. Berechne den Oberflächeninhalt der *Pyramiden* in Aufg. 20.

22. Berechne und konstruiere die Höhe eines *regelmäßigen Achtflachs* oder *Oktaeders* mit der Kante a (Fig. 18.3).

23. Eine regelmäßige vierseitige Pyramide (vgl. Fig. 18.2) habe 8 gleiche Kanten von der Länge $a = 4$ cm.
a) Wie groß ist der Oberflächeninhalt der Pyramide?
b) Berechne auf doppelte Weise die Höhe.
c) Wieso sind die Kanten AS und CS orthogonal?

24. a) Auf einen Würfel mit der Kante $a = 4$ cm ist eine regelmäßige Pyramide aufgesetzt, deren Seitenkante $k = 3$ cm ist (Fig. 18.4). Wie groß ist die Höhe h der Pyramide, und wie weit ist die Spitze S von der Ecke A entfernt?
b) Löse dieselbe Aufgabe für $a = 8$ cm, $k = 9$ cm; $a = 6$ cm, $k = 5$ cm; $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

25. Berechne den Oberflächeninhalt des Körpers in Fig. 18.4
a) $a = 6$ cm, $k = 5$ cm b) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

26. Fig. 18.5 zeigt das Bild einer regelmäßigen Pyramide, deren Grundfläche das gleichseitige Dreieck ABC mit der Seite a und deren Seitenkante $\overline{AS} = k$ ist. Berechne die Höhe $\overline{MS} = h$ der Pyramide, wenn
a) $a = 9$ cm, $k = 14$ cm b) $a = 25$ cm, $k = 38$ cm ist.
(*Anl.:* M ist Schwerpunkt des Dreiecks ABC; wie groß ist also $\overline{AM} : \overline{MD}$?)

27. Beweise, daß die Pyramide der Fig. 18.5 die Höhe $h = \frac{a}{3}\sqrt{6}$ hat, wenn $k = a$ ist (*regelmäßiges Vierflach* oder *Tetraeder*[1]). Wie groß ist der Oberflächeninhalt?

28. Berechne die Höhe $\overline{DS}$ des Seitendreiecks BCS und den Oberflächeninhalt der Pyramide in Fig. 18.5 für
a) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm b) $a = 6$ cm, $k = 10$ cm.

1. tettares (griech.), vier und hedra (griech.), Fläche.

18

18.1. Raumdiagonale im Würfel

18.2. Regelmäßige vierseitige Pyramide

18.3. Regelmäßiges Achtflach (Oktaeder)

18.4.

18.5. Regelmäßiges Vierflach (Tetraeder)

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-SCALE-DOWN

```
param pnm src

lassign [aktive query domain $src] _ _ w h
set w   [expr {$w / [factor]}]
set h   [expr {$h / [factor]}]

result wtxt geo [list $w $h]
result ppm  dst [aktive op resize $src width $w height $h]
```

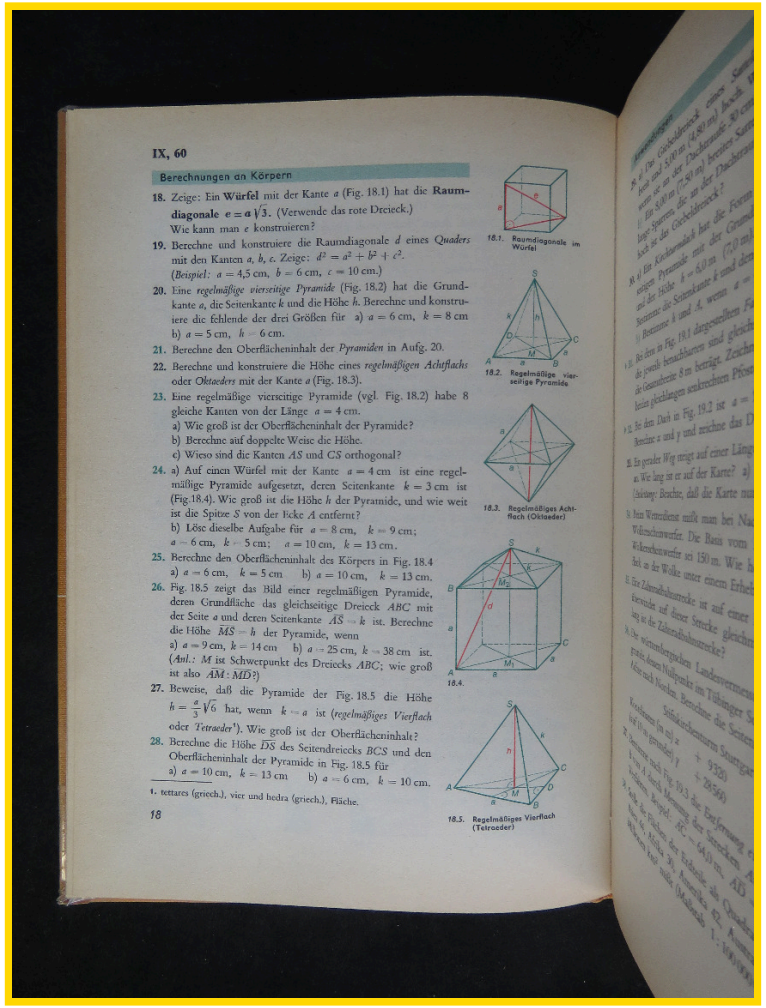
AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

AKTIVE OP RESIZE

```
::aktive parameter validate          interpolate 0 width 0 height 0
::aktive parameter collect required width height
set interpolate bilinear
::aktive parameter collect optional interpolate

lassign [aktive query domain $src] _ _ w h

set xscale  [expr {double($width)  / $w}]
set yscale  [expr {double($height) / $h}]
set trafo   [aktive transform scale x $xscale y $yscale]
set resized [aktive op transform by $trafo $src interpolate $interpolate]

lassign [aktive query geometry $resized] x y rw rh
if {($rw != $width) || ($h != $height)} {
    set resized [aktive op view $resized port [list $x $y $width $height]]
}

return $resized
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

SCALED 864 X 1152



IX, 60

Berechnungen an Körpern

18. Zeige: Ein **Würfel** mit der Kante a (Fig. 18.1) hat die **Raumdiagonale** $e = a\sqrt{3}$. (Verwende das rote Dreieck.) Wie kann man e konstruieren?

19. Berechne und konstruiere die Raumdiagonale d eines *Quaders* mit den Kanten a, b, c. Zeige: $d^2 = a^2 + b^2 + c^2$. (*Beispiel:* $a = 4{,}5$ cm, $b = 6$ cm, $c = 10$ cm.)

20. Eine *regelmäßige vierseitige Pyramide* (Fig. 18.2) hat die Grundkante a, die Seitenkante k und die Höhe h. Berechne und konstruiere die fehlende der drei Größen für a) $a = 6$ cm, $k = 8$ cm b) $a = 5$ cm, $h = 6$ cm.

21. Berechne den Oberflächeninhalt der *Pyramiden* in Aufg. 20.

22. Berechne und konstruiere die Höhe eines *regelmäßigen Achtflachs* oder *Oktaeders* mit der Kante a (Fig. 18.3).

23. Eine regelmäßige viersitige Pyramide (vgl. Fig. 18.2) habe 8 gleiche Kanten von der Länge $a = 4$ cm.
a) Wie groß ist der Oberflächeninhalt der Pyramide?
b) Berechne auf doppelte Weise die Höhe.
c) Wieso sind die Kanten AS und CS orthogonal?

24. a) Auf einen Würfel mit der Kante $a = 4$ cm ist eine regelmäßige Pyramide aufgesetzt, deren Seitenkante $k = 3$ cm ist (Fig.18.4). Wie groß ist die Höhe h der Pyramide, und wie weit ist die Spitze S von der Ecke A entfernt?
b) Löse dieselbe Aufgabe für $a = 8$ cm, $k = 9$ cm; $a = 6$ cm, $k = 5$ cm; $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

25. Berechne den Oberflächeninhalt des Körpers in Fig. 18.4 a) $a = 6$ cm, $k = 5$ cm b) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

26. Fig. 18.5 zeigt das Bild einer regelmäßigen Pyramide, deren Grundfläche das gleichseitige Dreieck ABC mit der Seite a und deren Seitenkante $\overline{AS} = k$ ist. Berechne die Höhe $\overline{MS} = h$ der Pyramide, wenn a) $a = 9$ cm, $k = 14$ cm b) $a = 25$ cm, $k = 38$ cm ist. (*Anl.:* M ist Schwerpunkt des Dreiecks ABC; wie groß ist also $\overline{AM} : \overline{MD}$?)

27. Beweise, daß die Pyramide der Fig. 18.5 die Höhe $h = \frac{a}{3}\sqrt{6}$ hat, wenn $k = a$ ist (*regelmäßiges Vierflach* oder *Tetraeder*[1]). Wie groß ist der Oberflächeninhalt?

28. Berechne die Höhe $\overline{DS}$ des Seitendreiecks BCS und den Oberflächeninhalt der Pyramide in Fig. 18.5 für a) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm b) $a = 6$ cm, $k = 10$ cm.

1. tettares (griech.), vier und hedra (griech.), Fläche.

18

18.1. Raumdiagonale im Würfel

18.2. Regelmäßige vierseitige Pyramide

18.3. Regelmäßiges Achtflach (Oktaeder)

18.4.

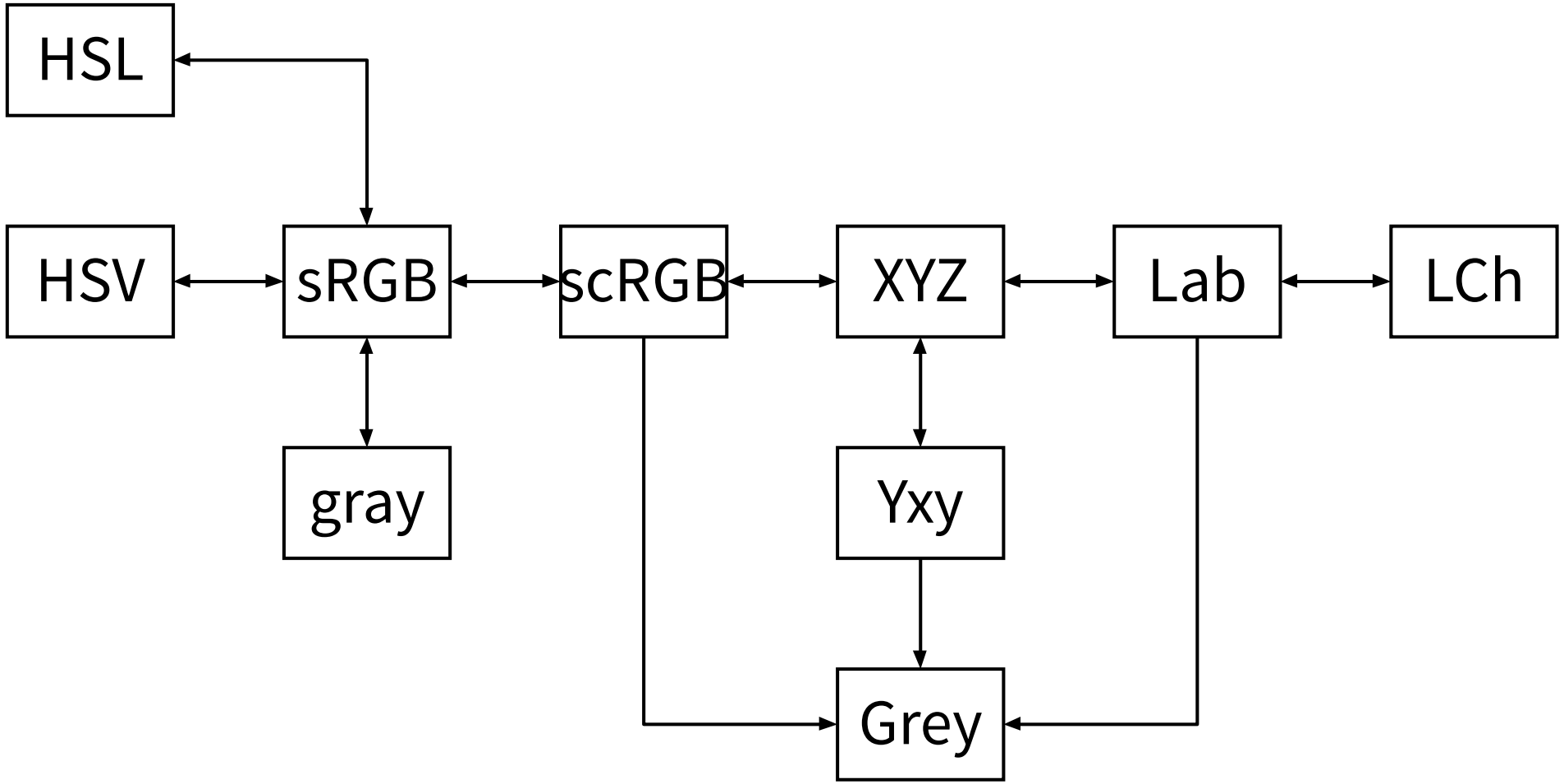
18.5. Regelmäßiges Vierflach (Tetraeder)

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-CONVERT-TO-GREY

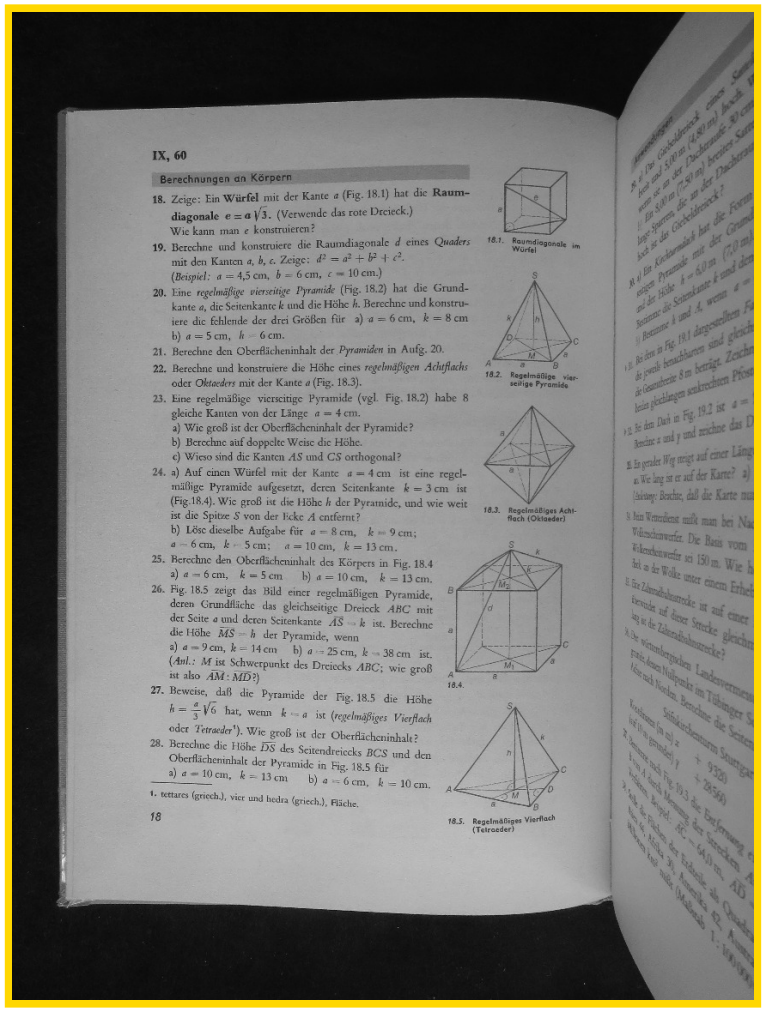
```
param  pnm src

result pgm dst [aktive op color sRGB to gray $src]
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION



AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

GREY



IX, 60

Berechnungen an Körpern

18. Zeige: Ein **Würfel** mit der Kante a (Fig. 18.1) hat die **Raumdiagonale** $e = a\sqrt{3}$. (Verwende das rote Dreieck.)
Wie kann man e konstruieren?

19. Berechne und konstruiere die Raumdiagonale d eines *Quaders* mit den Kanten a, b, c. Zeige: $d^2 = a^2 + b^2 + c^2$.
(*Beispiel:* $a = 4{,}5$ cm, $b = 6$ cm, $c = 10$ cm.)

20. Eine *regelmäßige vierseitige Pyramide* (Fig. 18.2) hat die Grundkante a, die Seitenkante k und die Höhe h. Berechne und konstruiere die fehlende der drei Größen für a) $a = 6$ cm, $k = 8$ cm b) $a = 5$ cm, $h = 6$ cm.

21. Berechne den Oberflächeninhalt der *Pyramiden* in Aufg. 20.

22. Berechne und konstruiere die Höhe eines *regelmäßigen Achtflachs* oder *Oktaeders* mit der Kante a (Fig. 18.3).

23. Eine regelmäßige viersitige Pyramide (vgl. Fig. 18.2) habe 8 gleiche Kanten von der Länge $a = 4$ cm.
a) Wie groß ist der Oberflächeninhalt der Pyramide?
b) Berechne auf doppelte Weise die Höhe.
c) Wieso sind die Kanten AS und CS orthogonal?

24. a) Auf einen Würfel mit der Kante $a = 4$ cm ist eine regelmäßige Pyramide aufgesetzt, deren Seitenkante $k = 3$ cm ist (Fig.18.4). Wie groß ist die Höhe h der Pyramide, und wie weit ist die Spitze S von der Ecke A entfernt?
b) Löse dieselbe Aufgabe für $a = 8$ cm, $k = 9$ cm; $a = 6$ cm, $k = 5$ cm; $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

25. Berechne den Oberflächeninhalt des Körpers in Fig. 18.4
a) $a = 6$ cm, $k = 5$ cm b) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

26. Fig. 18.5 zeigt das Bild einer regelmäßigen Pyramide, deren Grundfläche das gleichseitige Dreieck ABC mit der Seite a und deren Seitenkante $\overline{AS} = k$ ist. Berechne die Höhe $\overline{MS} = h$ der Pyramide, wenn
a) $a = 9$ cm, $k = 14$ cm b) $a = 25$ cm, $k = 38$ cm ist.
(*Anl.:* M ist Schwerpunkt des Dreiecks ABC; wie groß ist also $\overline{AM} : \overline{MD}$?)

27. Beweise, daß die Pyramide der Fig. 18.5 die Höhe $h = \frac{a}{3}\sqrt{6}$ hat, wenn $k = a$ ist (*regelmäßiges Vierflach* oder *Tetraeder*[1]). Wie groß ist der Oberflächeninhalt?

28. Berechne die Höhe $\overline{DS}$ des Seitendreiecks BCS und den Oberflächeninhalt der Pyramide in Fig. 18.5 für
a) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm b) $a = 6$ cm, $k = 10$ cm.

1. tettares (griech.), vier und hedra (griech.), Fläche.

18

18.1. Raumdiagonale im Würfel

18.2. Regelmäßige vierseitige Pyramide

18.3. Regelmäßiges Achtflach (Oktaeder)

18.4.

18.5. Regelmäßiges Vierflach (Tetraeder)

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-BINARIZE

```
param  pnm src

set bw [aktive image mask per phansalkar $src radius 7]

result pgm dst [aktive op math1 invert $bw]
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

AKTIVE IMAGE THRESHOLD PHANSALKAR

```
::aktive parameter validate          k 0 R 0 p 0 q 0 radius 0
::aktive parameter collect required radius
set k 0.25
set R 0.5
set p 3
set q 10
::aktive parameter collect optional k R p q

set e    [aktive op embed mirror $src left $radius right $radius top $radius b
set mean [aktive op tile mean   $e radius $radius]
set std  [aktive op tile stddev $e radius $radius]


return [aktive op math mul  $mean  [aktive op math add  [aktive op math1 scale
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

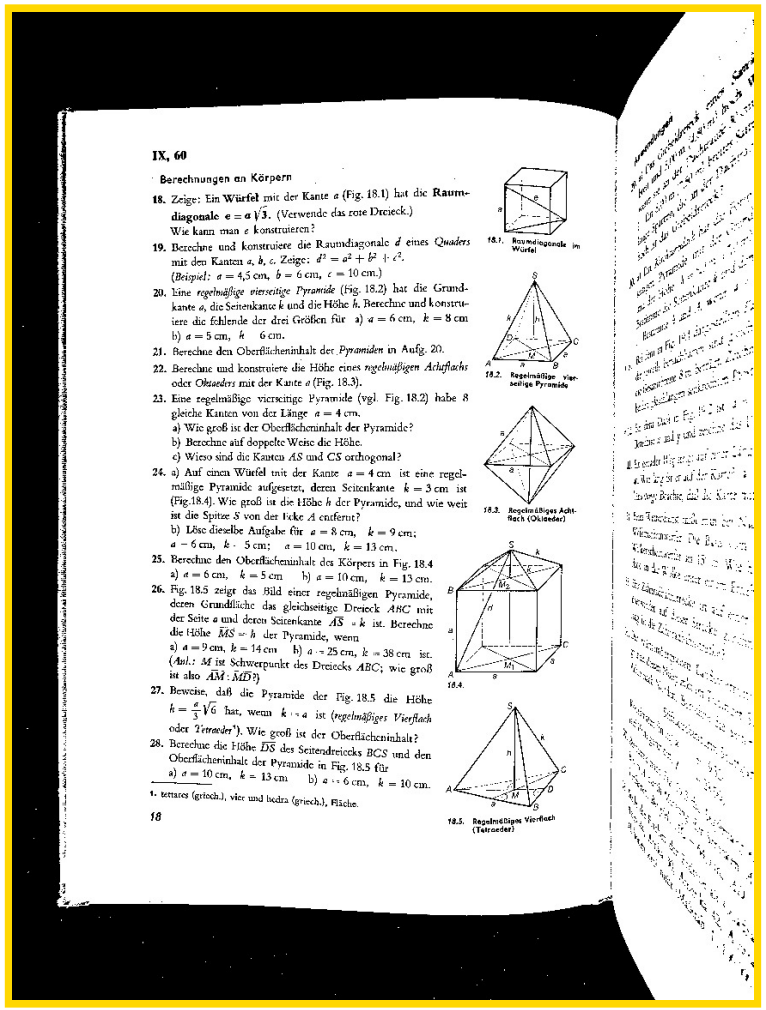
Phansalkar is an extension of Sauvola.

Which is a modification of Niblack.

See the Craft Of Coding Blog Post

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

BINARIZED



IX, 60

Berechnungen an Körpern

18. Zeige: Ein **Würfel** mit der Kante a (Fig. 18.1) hat die **Raumdiagonale** $e = a\sqrt{3}$. (Verwende das rote Dreieck.)
Wie kann man e konstruieren?

19. Berechne und konstruiere die Raumdiagonale d eines *Quaders* mit den Kanten a, b, c. Zeige: $d^2 = a^2 + b^2 + c^2$.
(*Beispiel:* $a = 4{,}5$ cm, $b = 6$ cm, $c = 10$ cm.)

20. Eine *regelmäßige vierseitige Pyramide* (Fig. 18.2) hat die Grundkante a, die Seitenkante k und die Höhe h. Berechne und konstruiere die fehlende der drei Größen für a) $a = 6$ cm, $k = 8$ cm b) $a = 5$ cm, k 6 cm.

21. Berechne den Oberflächeninhalt der *Pyramiden* in Aufg. 20.

22. Berechne und konstruiere die Höhe eines *regelmäßigen Achtflachs* oder *Oktaeders* mit der Kante a (Fig. 18.3).

23. Eine regelmäßige vierseitige Pyramide (vgl. Fig. 18.2) habe 8 gleiche Kanten von der Länge $a = 4$ cm.
a) Wie groß ist der Oberflächeninhalt der Pyramide?
b) Berechne auf doppelte Weise die Höhe.
c) Wieso sind die Kanten AS und CS orthogonal?

24. a) Auf einen Würfel mit der Kante $a = 4$ cm ist eine regelmäßige Pyramide aufgesetzt, deren Seitenkante $k = 3$ cm ist (Fig. 18.4). Wie groß ist die Höhe h der Pyramide, und wie weit ist die Spitze S von der Ecke A entfernt?
b) Löse dieselbe Aufgabe für $a = 8$ cm, $k = 9$ cm; $a = 6$ cm, $k = 5$ cm; $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

25. Berechne den Oberflächeninhalt des Körpers in Fig. 18.4
a) $a = 6$ cm, $k = 5$ cm b) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

26. Fig. 18.5 zeigt das Bild einer regelmäßigen Pyramide, deren Grundfläche das gleichseitige Dreieck ABC mit der Seite a und deren Seitenkante $\overline{AS} = k$ ist. Berechne die Höhe $\overline{MS} = h$ der Pyramide, wenn
a) $a = 9$ cm, $k = 14$ cm b) $a = 25$ cm, $k = 38$ cm ist.
(*Anl.:* M ist Schwerpunkt des Dreiecks ABC; wie groß ist also $\overline{AM} : \overline{MD}$?)

27. Beweise, daß die Pyramide der Fig. 18.5 die Höhe $h = \frac{a}{3}\sqrt{6}$ hat, wenn $k = a$ ist (*regelmäßiges Vierflach* oder *Tetraeder*[1]). Wie groß ist der Oberflächeninhalt?

28. Berechne die Höhe $\overline{DS}$ des Seitendreiecks BCS und den Oberflächeninhalt der Pyramide in Fig. 18.5 für
a) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm b) $a = 6$ cm, $k = 10$ cm.

[1] tettares (griech.), vier und hedra (griech.), Fläche.

18.1. Raumdiagonale im Würfel

18.2. Regelmäßige vierseitige Pyramide

18.3. Regelmäßiges Achtflach (Oktaeder)

18.4.

18.5. Regelmäßiges Vierflach (Tetraeder)

18

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-GET-BORDERS

```
param  pnm src

result pgm dst [aktive op morph gradient internal $src]
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

AKTIVE OP MORPH GRADIENT INTERNAL

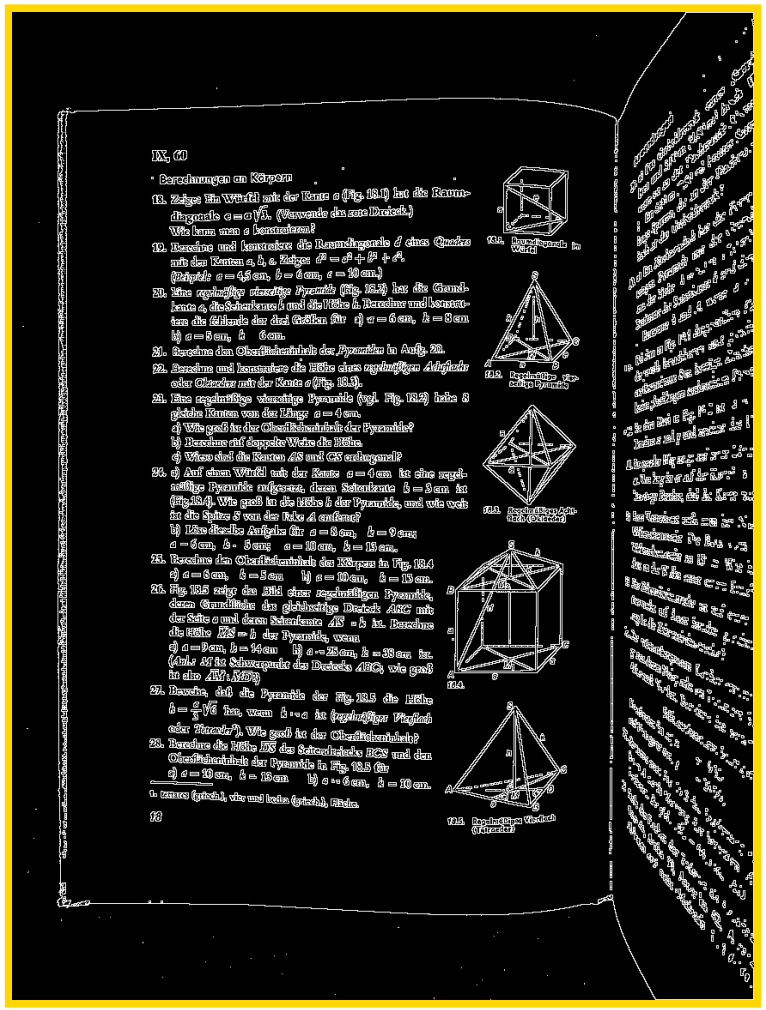
```
::aktive parameter validate          radius 0 embed 0
set radius 1
set embed black
::aktive parameter collect optional radius embed

set e   [aktive op morph erode $src radius $radius embed $embed]
set src [aktive op math sub $src $e]
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

- Issues?
  - Edge loss in going to grey & binarization?
  - Example: Coffee table books
    - Color content up to the page border
  - Color edge algorithms ?

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

BORDERS



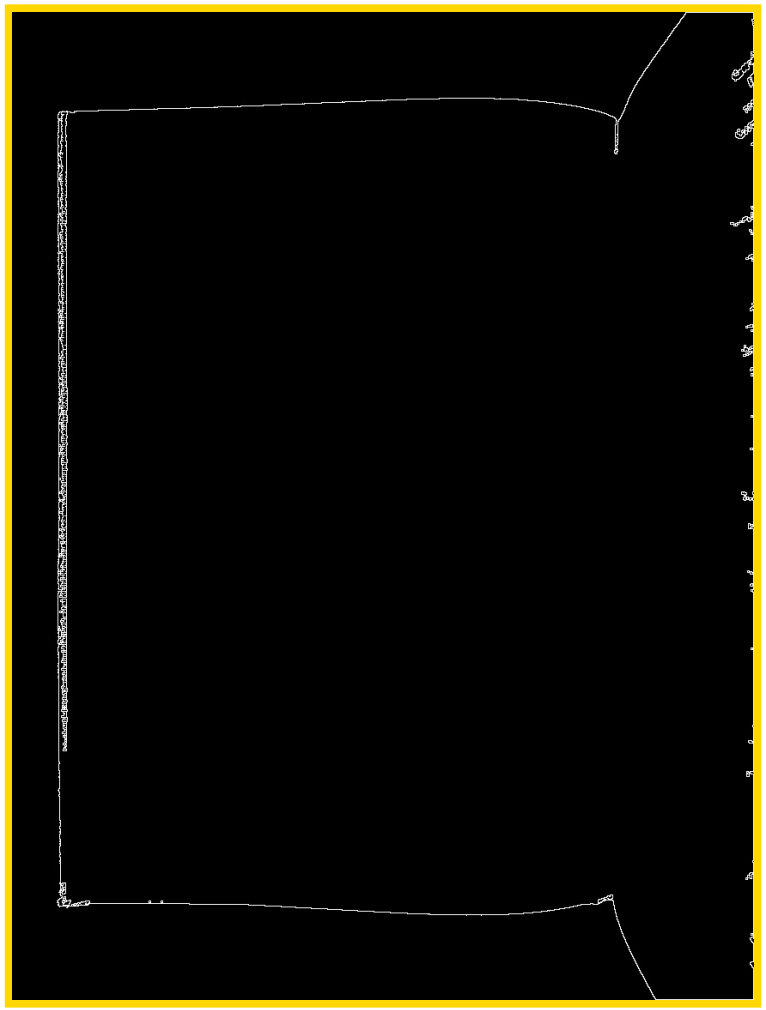
AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-SELECT

```
param pnm src

set ccs     [aktive op connected-components get $src]
set ccs     [region-bbox-max $ccs]
set ranges  [lsort -dict [lmap part [dict get $ccs 1 parts] {
    linsert $part end 1
}]]
set domain  [aktive query domain $src]
result pgm dst [aktive image from sparse ranges geometry $domain ranges {*}$ra
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

PRIMARY



AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-SHOW-BORDER

```
param pnm src
param pnm border

result ppm dst [overlay $src += $border yellow]
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

OVERLAY

```
lassign [aktive query domain $bg] _ _ w h

set mask [aktive op morph dilate $mask radius 2]

return [aktive op if-then-else $mask [{*}$color $w $h] $bg]
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

YELLOW

```
color $w $h yellow
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

COLOR

```
aktive image from color width $w height $h color $name
```

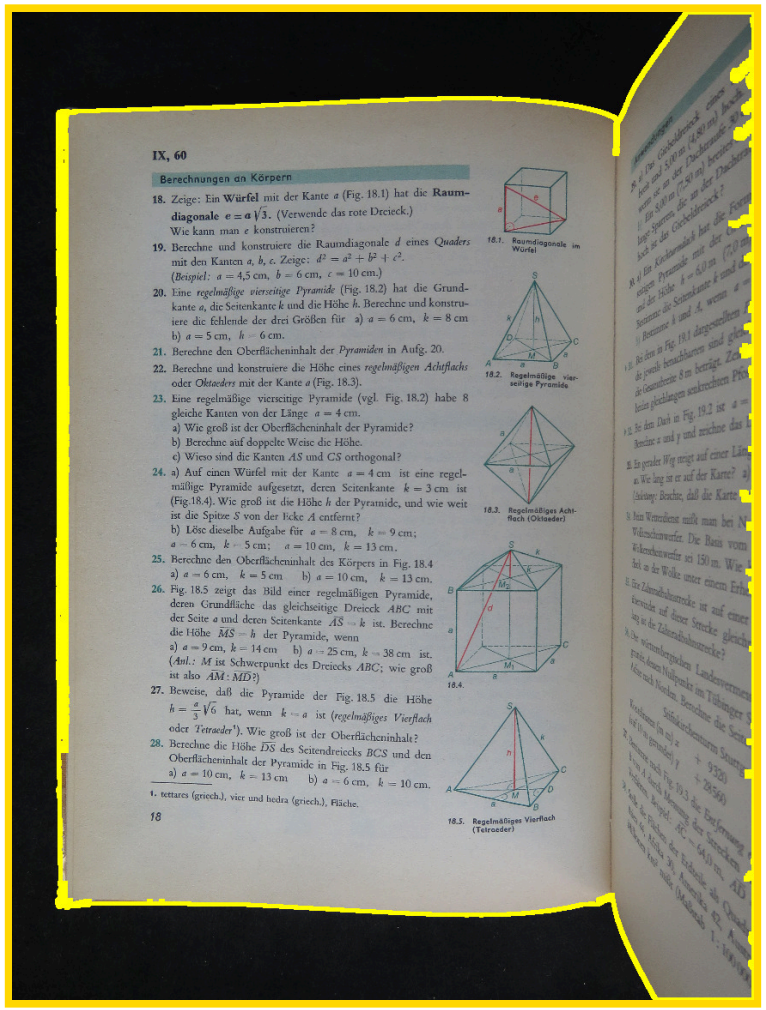
AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

AKTIVE IMAGE FROM COLOR

```
::aktive parameter validate          x 0 y 0 width 0 height 0 color 0
::aktive parameter collect required width height color
set x 0
set y 0
::aktive parameter collect optional x y

set values [aktive color css $color]
band x $x y $y width $width height $height values {*}$values
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

SCALED + PRIMARY



IX, 60

Berechnungen an Körpern

18. Zeige: Ein **Würfel** mit der Kante a (Fig. 18.1) hat die **Raumdiagonale** $e = a\sqrt{3}$. (Verwende das rote Dreieck.)
Wie kann man e konstruieren?

19. Berechne und konstruiere die Raumdiagonale d eines *Quaders* mit den Kanten a, b, c. Zeige: $d^2 = a^2 + b^2 + c^2$.
(*Beispiel:* $a = 4{,}5$ cm, $b = 6$ cm, $c = 10$ cm.)

20. Eine *regelmäßige vierseitige Pyramide* (Fig. 18.2) hat die Grundkante a, die Seitenkante k und die Höhe h. Berechne und konstruiere die fehlende der drei Größen für a) $a = 6$ cm, $k = 8$ cm b) $a = 5$ cm, $h = 6$ cm.

21. Berechne den Oberflächeninhalt der *Pyramiden* in Aufg. 20.

22. Berechne und konstruiere die Höhe eines *regelmäßigen Achtflachs* oder *Oktaeders* mit der Kante a (Fig. 18.3).

23. Eine regelmäßige viersitige Pyramide (vgl. Fig. 18.2) habe 8 gleiche Kanten von der Länge $a = 4$ cm.
a) Wie groß ist der Oberflächeninhalt der Pyramide?
b) Berechne auf doppelte Weise die Höhe.
c) Wieso sind die Kanten AS und CS orthogonal?

24. a) Auf einen Würfel mit der Kante $a = 4$ cm ist eine regelmäßige Pyramide aufgesetzt, deren Seitenkante $k = 3$ cm ist (Fig.18.4). Wie groß ist die Höhe h der Pyramide, und wie weit ist die Spitze S von der Ecke A entfernt?
b) Löse dieselbe Aufgabe für $a = 8$ cm, $k = 9$ cm; $a = 6$ cm, $k = 5$ cm; $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

25. Berechne den Oberflächeninhalt des Körpers in Fig. 18.4
a) $a = 6$ cm, $k = 5$ cm b) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

26. Fig. 18.5 zeigt das Bild einer regelmäßigen Pyramide, deren Grundfläche das gleichseitige Dreieck ABC mit der Seite a und deren Seitenkante $\overline{AS} = k$ ist. Berechne die Höhe $\overline{MS} = h$ der Pyramide, wenn
a) $a = 9$ cm, $k = 14$ cm b) $a = 25$ cm, $k = 38$ cm ist.
(*Anl.:* M ist Schwerpunkt des Dreiecks ABC; wie groß ist also $\overline{AM} : \overline{MD}$?)

27. Beweise, daß die Pyramide der Fig. 18.5 die Höhe $h = \frac{a}{3}\sqrt{6}$ hat, wenn $k = a$ ist (*regelmäßiges Vierflach* oder *Tetraeder*[1]). Wie groß ist der Oberflächeninhalt?

28. Berechne die Höhe $\overline{DS}$ des Seitendreiecks BCS und den Oberflächeninhalt der Pyramide in Fig. 18.5 für
a) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm b) $a = 6$ cm, $k = 10$ cm.

1. tettares (griech.), vier und hedra (griech.), Fläche.

18

18.1. Raumdiagonale im Würfel

18.2. Regelmäßige vierseitige Pyramide

18.3. Regelmäßiges Achtflach (Oktaeder)

18.4.

18.5. Regelmäßiges Vierflach (Tetraeder)

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-LEFT-PROFILE

```
param pnm  src
param rtxt geo

set profile [aktive op row profile $src]
set profile [aktive query values $profile]
set poly    [v-path-of $profile]

result        wtxt dstdata $poly
placeholder        dstshow
debugs {result pgm dstshow [draw-poly {*}$geo $poly]}
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DRAW-POLY

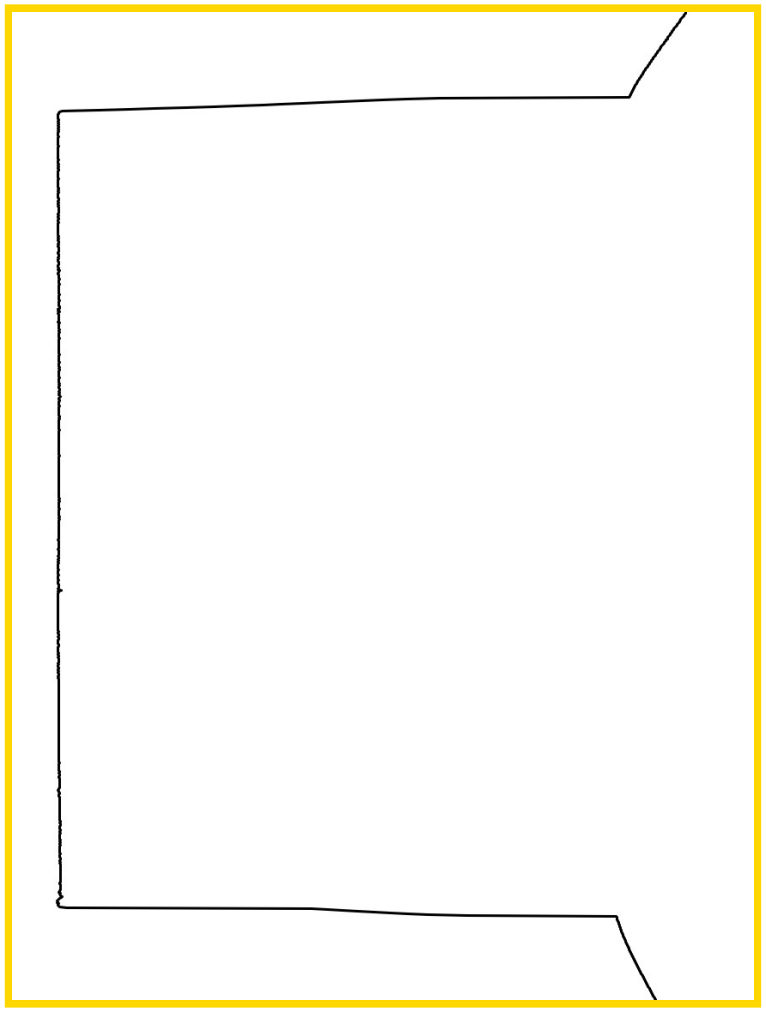
```
fat [aktive image sdf polyline width $w height $h points {*}$poly]
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

See Inigo Quilez's page about 2D distance functions

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

LEFT PROFILE



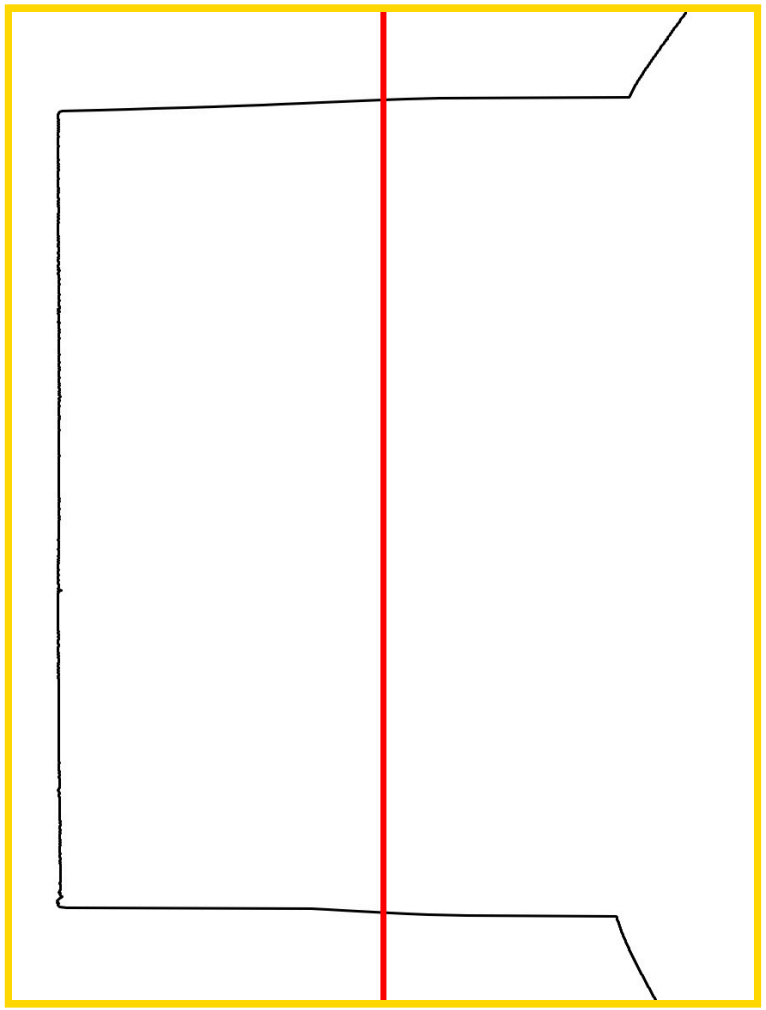
AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-FIND-THRESHOLD

```
param rtxt profile
param rtxt geo

set threshold [expr {[lindex $geo 0]/2}]

if 0 {
    set xs        [as-image [xs $profile]]
    set xs        [aktive op math1 fit min-max $xs]
    set stretch   [aktive meta get $xs stretch]
    set scale     [dict get $stretch scale]
    set gain      [dict get $stretch gain]
    set threshold [aktive image threshold global otsu $xs]
    set threshold [expr {($threshold - $gain)/double($scale)}]
}

result        wtxt dstdata $threshold
placeholder        dstshow
debugs {result pgm dstshow [draw-vertical {*}$geo $threshold]}
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

FIXED THRESHOLD



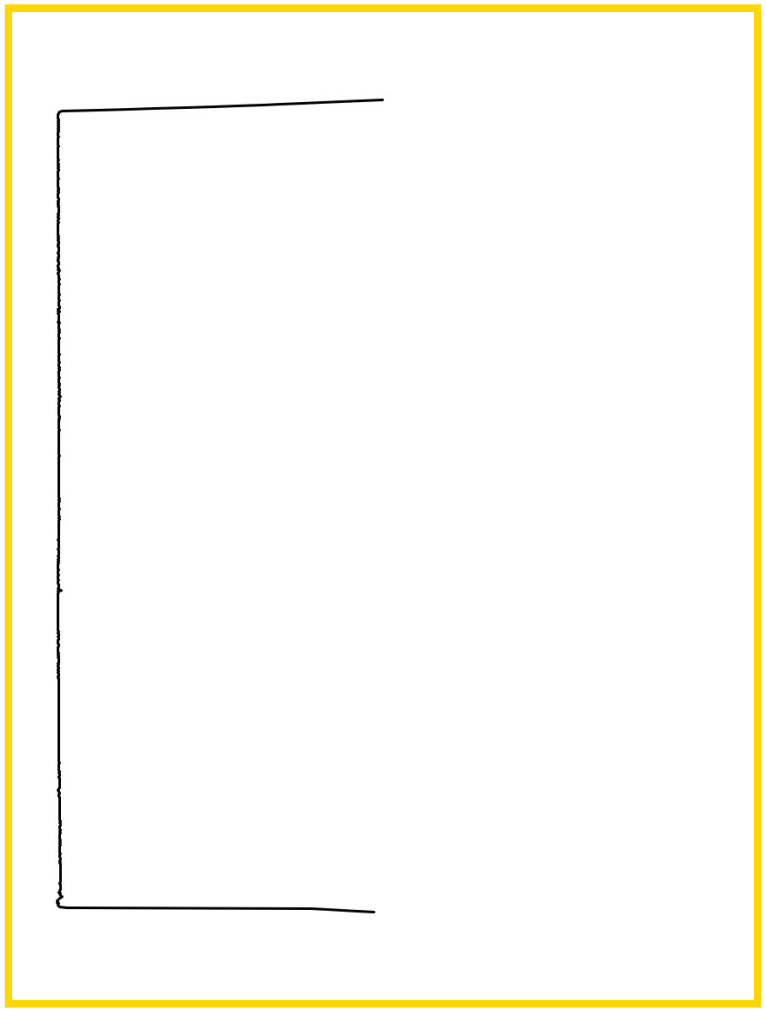
AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-APPLY-THRESHOLD

```
param rtxt profile
param rtxt geo
param rtxt threshold

set poly [{*}$selector $threshold $profile]

result        wtxt dstdata $poly
placeholder        dstshow
debugs {result pgm dstshow [draw-poly {*}$geo $poly]}
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

PROFILE INLIER



AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-FIT-VERTICAL-LINE

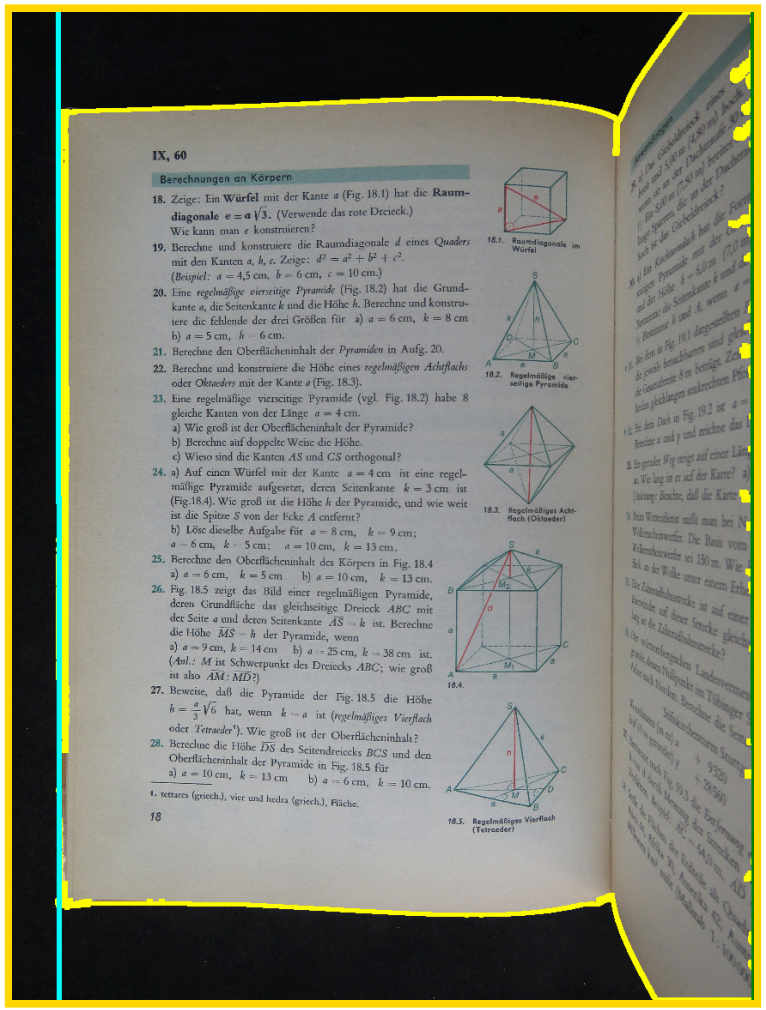
```
param rtxt profile
param rtxt geo

lassign $geo w h
lassign [linreg-v $profile] slope intercept



set a   [lerp-pv $slope $intercept 0]
set b   [lerp-pv $slope $intercept [expr {$h-1}]]
set hug [hugs-image-border $edge $w $a $b]

result        wtxt dstdata [list $slope $intercept $hug]
placeholder        dstshow
debugs {result pgm dstshow [draw-line $w $h $a $b]}
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

LEFT BORDER

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

SCALED + PRIMARY + LEFT BORDER



IX, 60

Berechnungen an Körpern

18. Zeige: Ein **Würfel** mit der Kante a (Fig. 18.1) hat die **Raumdiagonale** $e = a\sqrt{3}$. (Verwende das rote Dreieck.)
Wie kann man e konstruieren?

19. Berechne und konstruiere die Raumdiagonale d eines *Quaders* mit den Kanten a, b, c. Zeige: $d^2 = a^2 + b^2 + c^2$.
(*Beispiel:* $a = 4{,}5$ cm, $b = 6$ cm, $c = 10$ cm.)

20. Eine *regelmäßige vierseitige Pyramide* (Fig. 18.2) hat die Grundkante a, die Seitenkante k und die Höhe h. Berechne und konstruiere die fehlende der drei Größen für a) $a = 6$ cm, $k = 8$ cm b) $a = 5$ cm, $h = 6$ cm.

21. Berechne den Oberflächeninhalt der *Pyramiden* in Aufg. 20.

22. Berechne und konstruiere die Höhe eines *regelmäßigen Achtflachs* oder *Oktaeders* mit der Kante a (Fig. 18.3).

23. Eine regelmäßige viersitige Pyramide (vgl. Fig. 18.2) habe 8 gleiche Kanten von der Länge $a = 4$ cm.
a) Wie groß ist der Oberflächeninhalt der Pyramide?
b) Berechne auf doppelte Weise die Höhe.
c) Wieso sind die Kanten AS und CS orthogonal?

24. a) Auf einen Würfel mit der Kante $a = 4$ cm ist eine regelmäßige Pyramide aufgesetzt, deren Seitenkante $k = 3$ cm ist (Fig.18.4). Wie groß ist die Höhe h der Pyramide, und wie weit ist die Spitze S von der Ecke A entfernt?
b) Löse dieselbe Aufgabe für $a = 8$ cm, $k = 9$ cm; $a = 6$ cm, $k = 5$ cm; $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

25. Berechne den Oberflächeninhalt des Körpers in Fig. 18.4
a) $a = 6$ cm, $k = 5$ cm b) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

26. Fig. 18.5 zeigt das Bild einer regelmäßigen Pyramide, deren Grundfläche das gleichseitige Dreieck ABC mit der Seite a und deren Seitenkante $\overline{AS} = k$ ist. Berechne die Höhe $\overline{MS} = h$ der Pyramide, wenn
a) $a = 9$ cm, $k = 14$ cm b) $a = 25$ cm, $k = 38$ cm ist.
(*Anl.:* M ist Schwerpunkt des Dreiecks ABC; wie groß ist also $\overline{AM} : \overline{MD}$?)

27. Beweise, daß die Pyramide der Fig. 18.5 die Höhe $h = \frac{a}{3}\sqrt{6}$ hat, wenn $k = a$ ist (*regelmäßiges Vierflach* oder *Tetraeder*[1]). Wie groß ist der Oberflächeninhalt?

28. Berechne die Höhe $\overline{DS}$ des Seitendreiecks BCS und den Oberflächeninhalt der Pyramide in Fig. 18.5 für
a) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm b) $a = 6$ cm, $k = 10$ cm.

1. tettares (griech.), vier und hedra (griech.), Fläche.

18

18.1. Raumdiagonale im Würfel

18.2. Regelmäßige vierseitige Pyramide

18.3. Regelmäßiges Achtflach (Oktaeder)

18.4.

18.5. Regelmäßiges Vierflach (Tetraeder)

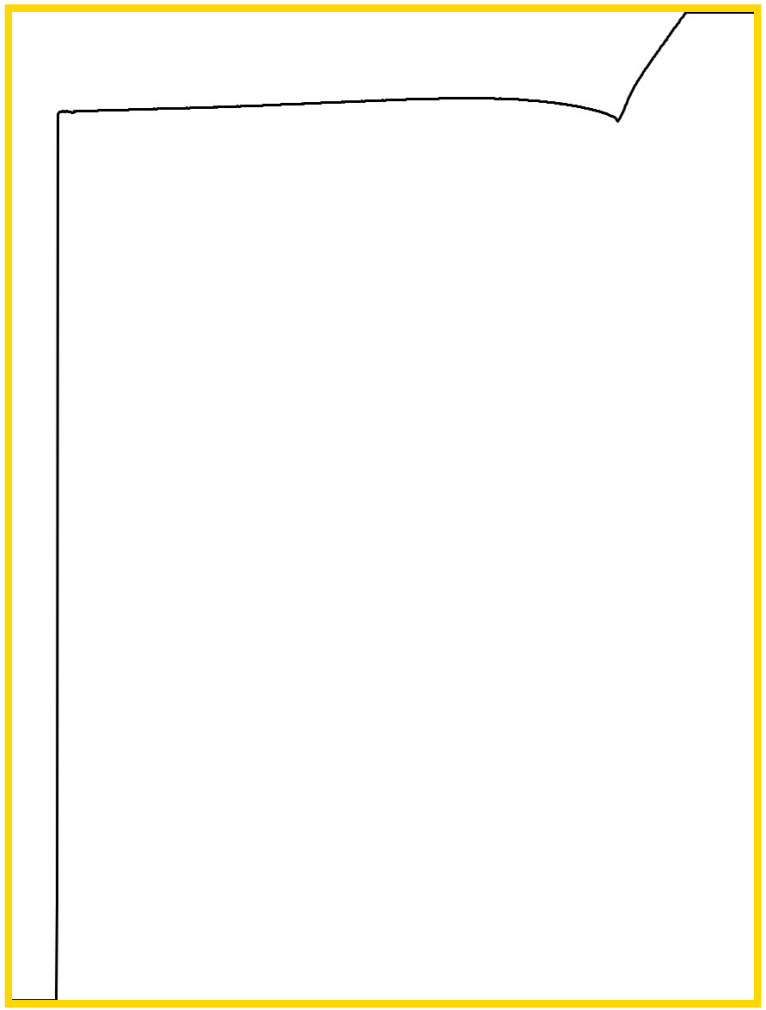
AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-TOP-PROFILE

```
param pnm  src
param rtxt geo

set profile [aktive op column profile $src]
set profile [aktive query values $profile]
set poly    [h-path-of $profile]

result        wtxt dstdata $poly
placeholder        dstshow
debugs {result pgm dstshow [draw-poly {*}$geo $poly]}
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

TOP PROFILE



AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-CUT-HORIZ

```
param rtxt geo
param rtxt top
param rtxt left
param rtxt right

lassign $left  lslope lintercept lhug
lassign $right rslope rintercept rhug
lassign [$cliffs $lhug $rhug $lslope $rslope] lcliff rcliff

set top  [limit-left  $lcliff $lslope $lintercept $top]
set top  [limit-right $rcliff $rslope $rintercept $top]

result         wtxt dstdata $top
placeholder         dstshow
debugs {result pgm dstshow [draw-poly {*}$geo $top]}
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

TOP-CLIFF

```
set lcliff [expr {!$lhug && ($lslope < 0)}]
set rcliff [expr {!$rhug && ($rslope > 0)}]
list $lcliff $rcliff
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

TOP PROFILE L/R LIMITED

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

TOP PROFILE + BASE LINE

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

TOP PROFILE + BASE + SHEARED

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-REFINE-HORIZ

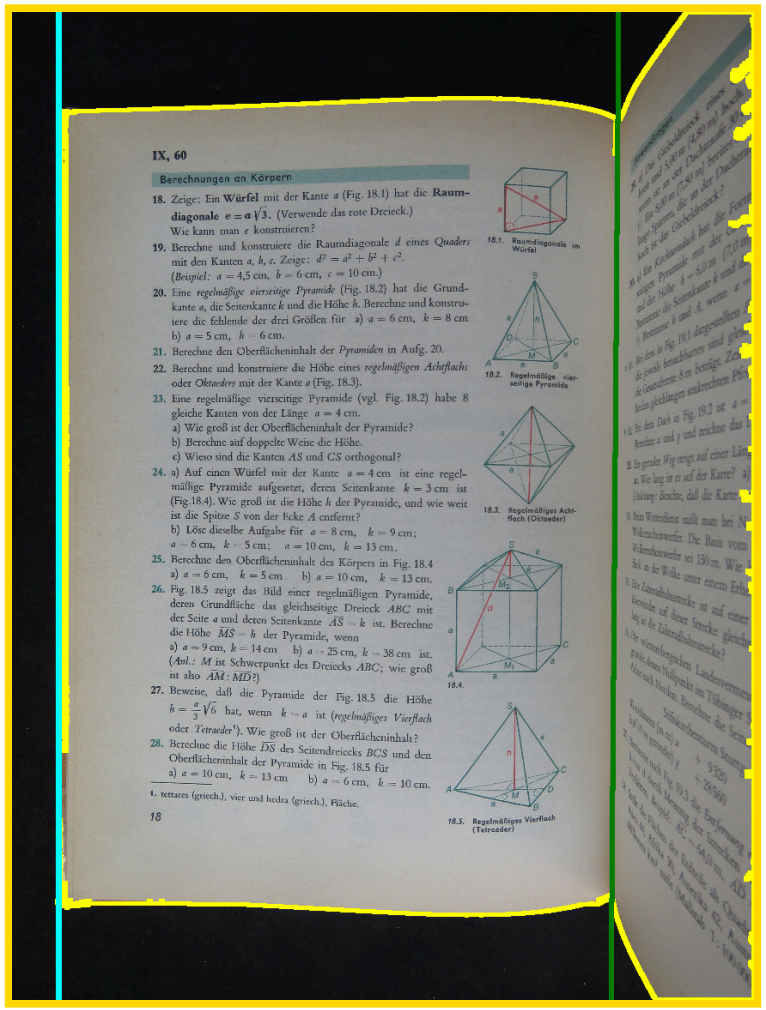
```
param rtxt geo
param rtxt profile
param rtxt left
param rtxt right

lassign $left  lslope lintercept lhug
lassign $right rslope rintercept rhug

if {[llength $profile] > 10} {
    set profile [dehug $lhug $rhug $isbetter $profile]
}

result         wtxt dstdata $profile
placeholder         dstshow
debugs {result pgm dstshow [draw-poly {*}$geo $profile]}
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

TOP PROFILE REFINED

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

REFINED LEFT/RIGHT BORDERS



IX, 60

Berechnungen an Körpern

18. Zeige: Ein **Würfel** mit der Kante a (Fig. 18.1) hat die **Raumdiagonale** $e = a\sqrt{3}$. (Verwende das rote Dreieck.)
Wie kann man e konstruieren?

19. Berechne und konstruiere die Raumdiagonale d eines *Quaders* mit den Kanten a, b, c. Zeige: $d^2 = a^2 + b^2 + c^2$.
(*Beispiel:* $a = 4{,}5$ cm, $b = 6$ cm, $c = 10$ cm.)

20. Eine *regelmäßige vierseitige Pyramide* (Fig. 18.2) hat die Grundkante a, die Seitenkante k und die Höhe h. Berechne und konstruiere die fehlende der drei Größen für a) $a = 6$ cm, $k = 8$ cm b) $a = 5$ cm, $h = 6$ cm.

21. Berechne den Oberflächeninhalt der *Pyramiden* in Aufg. 20.

22. Berechne und konstruiere die Höhe eines *regelmäßigen Achtflachs* oder *Oktaeders* mit der Kante a (Fig. 18.3).

23. Eine regelmäßige viersitige Pyramide (vgl. Fig. 18.2) habe 8 gleiche Kanten von der Länge $a = 4$ cm.
a) Wie groß ist der Oberflächeninhalt der Pyramide?
b) Berechne auf doppelte Weise die Höhe.
c) Wieso sind die Kanten AS und CS orthogonal?

24. a) Auf einen Würfel mit der Kante $a = 4$ cm ist eine regelmäßige Pyramide aufgesetzt, deren Seitenkante $k = 3$ cm ist (Fig.18.4). Wie groß ist die Höhe h der Pyramide, und wie weit ist die Spitze S von der Ecke A entfernt?
b) Löse dieselbe Aufgabe für $a = 8$ cm, $k = 9$ cm; $a = 6$ cm, $k = 5$ cm; $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

25. Berechne den Oberflächeninhalt des Körpers in Fig. 18.4
a) $a = 6$ cm, $k = 5$ cm b) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

26. Fig. 18.5 zeigt das Bild einer regelmäßigen Pyramide, deren Grundfläche das gleichseitige Dreieck ABC mit der Seite a und deren Seitenkante $\overline{AS} = k$ ist. Berechne die Höhe $\overline{MS} = h$ der Pyramide, wenn
a) $a = 9$ cm, $k = 14$ cm b) $a = 25$ cm, $k = 38$ cm ist.
(*Anl.:* M ist Schwerpunkt des Dreiecks ABC; wie groß ist also $\overline{AM} : \overline{MD}$?)

27. Beweise, daß die Pyramide der Fig. 18.5 die Höhe $h = \frac{a}{3}\sqrt{6}$ hat, wenn $k = a$ ist (*regelmäßiges Vierflach* oder *Tetraeder*[1]). Wie groß ist der Oberflächeninhalt?

28. Berechne die Höhe $\overline{DS}$ des Seitendreiecks BCS und den Oberflächeninhalt der Pyramide in Fig. 18.5 für
a) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm b) $a = 6$ cm, $k = 10$ cm.

1. tettares (griech.), vier und hedra (griech.), Fläche.

18

18.1. Raumdiagonale im Würfel

18.2. Regelmäßige vierseitige Pyramide

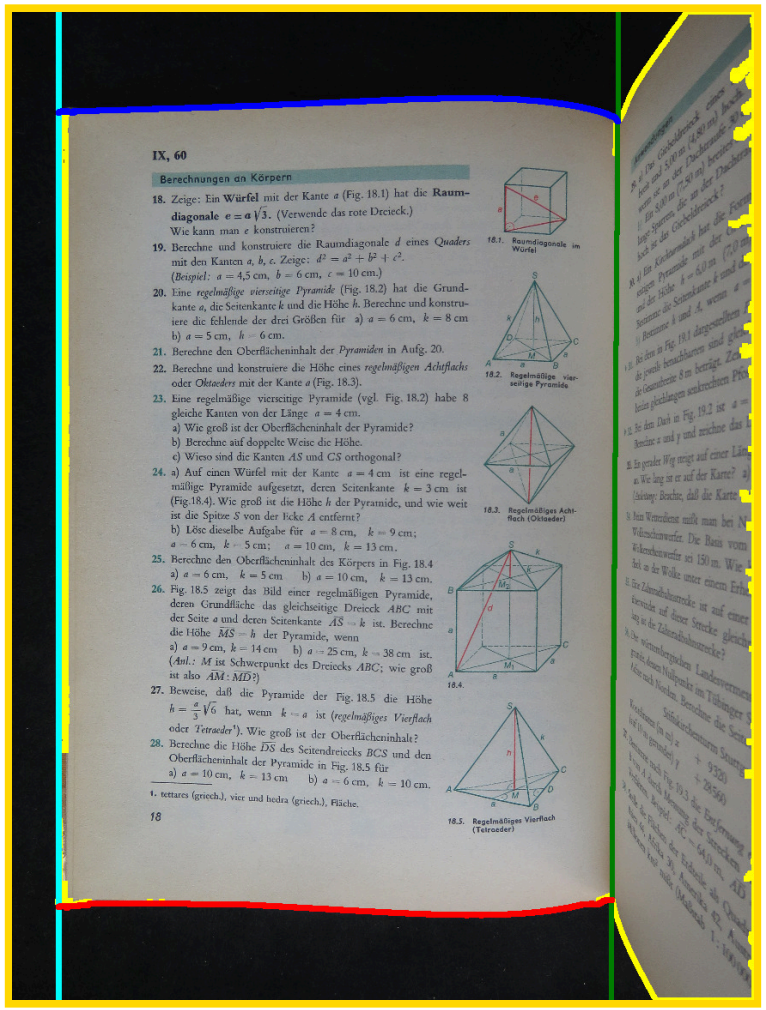
18.3. Regelmäßiges Achtflach (Oktaeder)

18.4.

18.5. Regelmäßiges Vierflach (Tetraeder)

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

LEFT/RIGHT/TOP/BOTTOM BORDERS



IX, 60

Berechnungen an Körpern

18. Zeige: Ein **Würfel** mit der Kante a (Fig. 18.1) hat die **Raumdiagonale** $e = a\sqrt{3}$. (Verwende das rote Dreieck.)
Wie kann man e konstruieren?

19. Berechne und konstruiere die Raumdiagonale d eines *Quaders* mit den Kanten a, b, c. Zeige: $d^2 = a^2 + b^2 + c^2$.
(*Beispiel:* $a = 4{,}5$ cm, $b = 6$ cm, $c = 10$ cm.)

20. Eine *regelmäßige vierseitige Pyramide* (Fig. 18.2) hat die Grundkante a, die Seitenkante k und die Höhe h. Berechne und konstruiere die fehlende der drei Größen für a) $a = 6$ cm, $k = 8$ cm b) $a = 5$ cm, $h = 6$ cm.

21. Berechne den Oberflächeninhalt der *Pyramiden* in Aufg. 20.

22. Berechne und konstruiere die Höhe eines *regelmäßigen Achtflachs* oder *Oktaeders* mit der Kante a (Fig. 18.3).

23. Eine regelmäßige viersitige Pyramide (vgl. Fig. 18.2) habe 8 gleiche Kanten von der Länge $a = 4$ cm.
a) Wie groß ist der Oberflächeninhalt der Pyramide?
b) Berechne auf doppelte Weise die Höhe.
c) Wieso sind die Kanten AS und CS orthogonal?

24. a) Auf einen Würfel mit der Kante $a = 4$ cm ist eine regelmäßige Pyramide aufgesetzt, deren Seitenkante $k = 3$ cm ist (Fig.18.4). Wie groß ist die Höhe h der Pyramide, und wie weit ist die Spitze S von der Ecke A entfernt?
b) Löse dieselbe Aufgabe für $a = 8$ cm, $k = 9$ cm; $a = 6$ cm, $k = 5$ cm; $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

25. Berechne den Oberflächeninhalt des Körpers in Fig. 18.4
a) $a = 6$ cm, $k = 5$ cm b) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

26. Fig. 18.5 zeigt das Bild einer regelmäßigen Pyramide, deren Grundfläche das gleichseitige Dreieck ABC mit der Seite a und deren Seitenkante $\overline{AS} = k$ ist. Berechne die Höhe $\overline{MS} = h$ der Pyramide, wenn
a) $a = 9$ cm, $k = 14$ cm b) $a = 25$ cm, $k = 38$ cm ist.
(*Anl.:* M ist Schwerpunkt des Dreiecks ABC; wie groß ist also $\overline{AM} : \overline{MD}$?)

27. Beweise, daß die Pyramide der Fig. 18.5 die Höhe $h = \frac{a}{3}\sqrt{6}$ hat, wenn $k = a$ ist (*regelmäßiges Vierflach* oder *Tetraeder*[1]). Wie groß ist der Oberflächeninhalt?

28. Berechne die Höhe $\overline{DS}$ des Seitendreiecks BCS und den Oberflächeninhalt der Pyramide in Fig. 18.5 für
a) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm b) $a = 6$ cm, $k = 10$ cm.

1. tettares (griech.), vier und hedra (griech.), Fläche.

18

18.1. Raumdiagonale im Würfel

18.2. Regelmäßige vierseitige Pyramide

18.3. Regelmäßiges Achtflach (Oktaeder)

18.4.

18.5. Regelmäßiges Vierflach (Tetraeder)

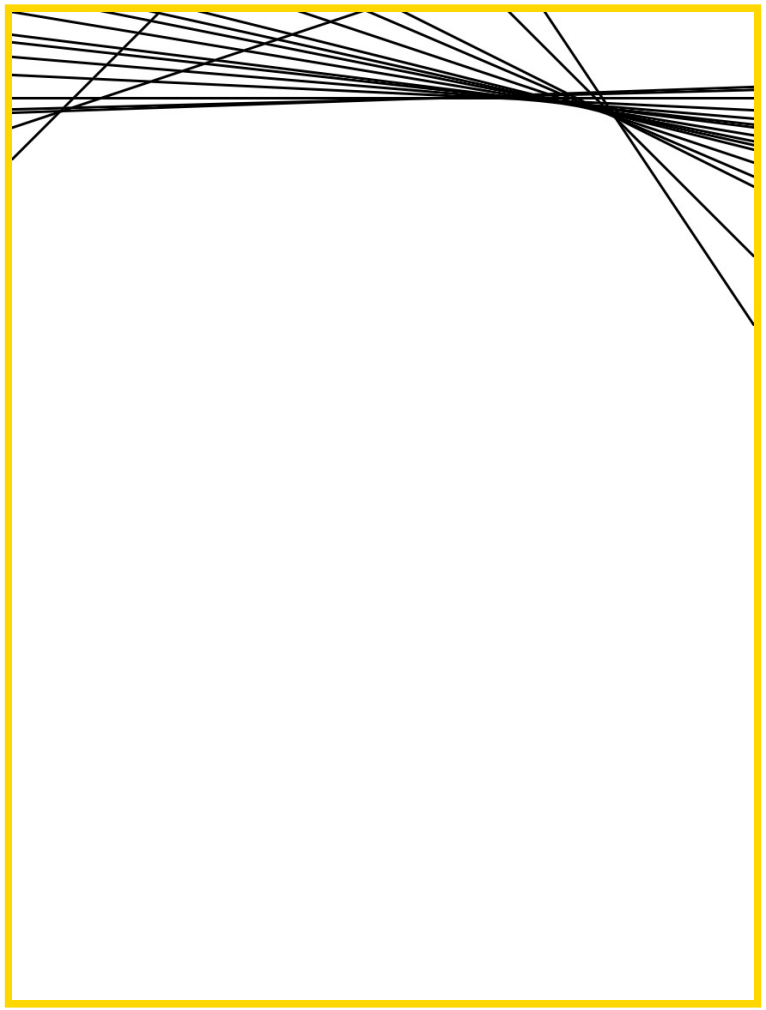
AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-COLLECT-TANGENTS

```
param rtxt geo
param rtxt profile

if {[llength $profile] > 100 } {
    set hullspec [join [list 2 [llength $profile] {*}$profile] \n]
    set result   [exec qconvex Fx << $hullspec]
    set indices  [lassign [split [string trim $result] \n] n]
    set profile  [lmap i [lreverse $indices] { lindex $profile $i }]
}

set pairs    [pairs $profile]
set tangents [filter $pairs $where $profile]
set tangents [unique-tangents $tangents]

result    wtxt dstdata $tangents
placeholder    dstshow
debugs {
    lassign $geo w h
    result pgm dstshow [draw-lines $w $h [t-lines $w $tangents]]
}
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

TOP PROFILE TANGENTS



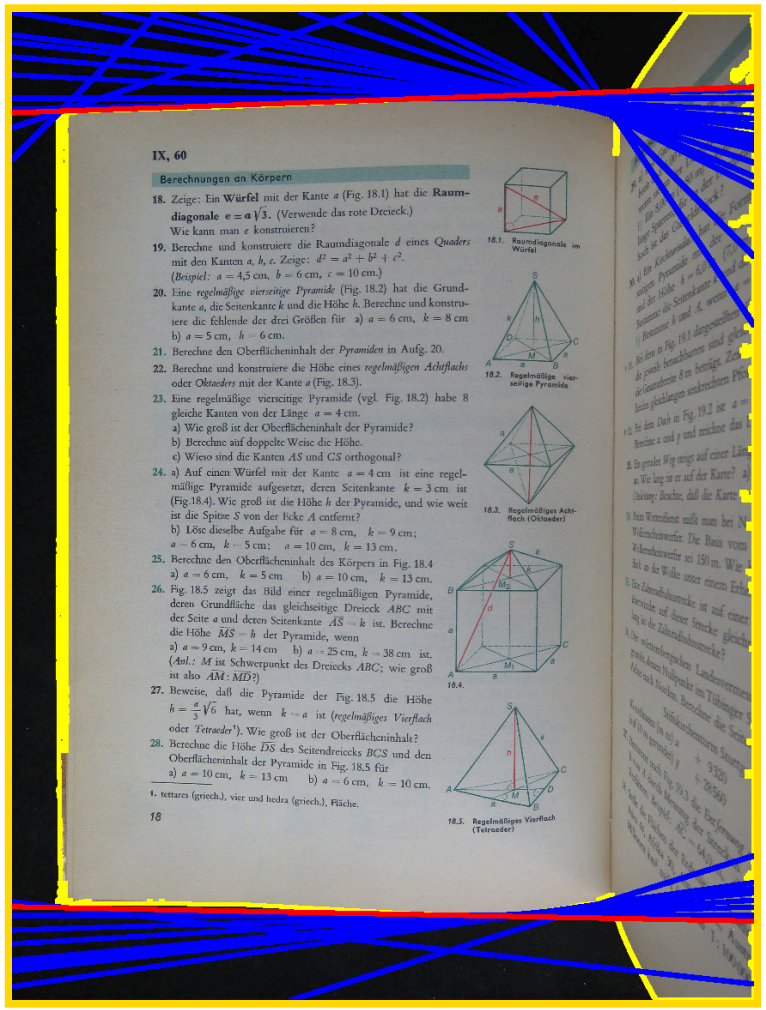
AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-CHOOSE-TANGENT

```
param rtxt geo
param rtxt profile
param rtxt tangents

if {![llength $tangents]} return

set tareas [map $tangents line-area-delta $profile]
set best   [fold {{} {} {} {} Inf} $tareas min-area]
lassign $geo w h
lassign [h-expand $w $best] a b

result        wtxt dstdata [list $a $b]
placeholder        dstshow
debugs {result pgm dstshow [draw-line $w $h $a $b]}
```

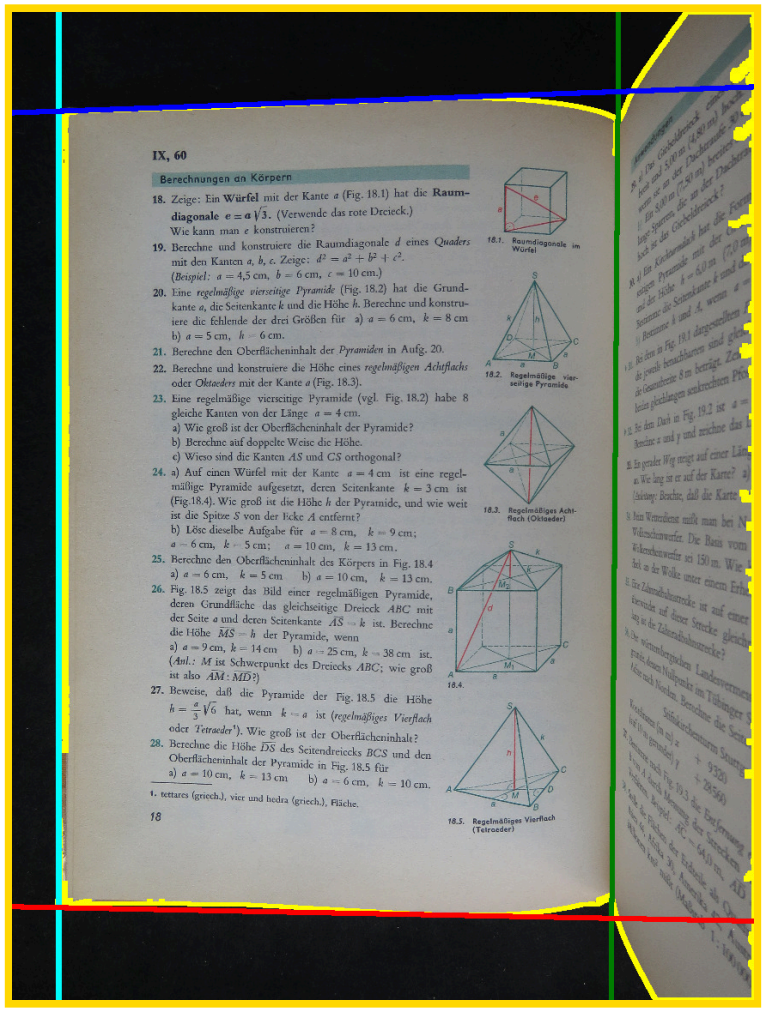
AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

BORDER + TANGENTS + BEST



AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

LEFT/RIGHT TOP/BOTTOM BOX



IX, 60

Berechnungen an Körpern

18. Zeige: Ein **Würfel** mit der Kante a (Fig. 18.1) hat die **Raumdiagonale** $e = a\sqrt{3}$. (Verwende das rote Dreieck.)
Wie kann man e konstruieren?

19. Berechne und konstruiere die Raumdiagonale d eines *Quaders* mit den Kanten a, b, c. Zeige: $d^2 = a^2 + b^2 + c^2$.
(*Beispiel:* $a = 4{,}5$ cm, $b = 6$ cm, $c = 10$ cm.)

20. Eine *regelmäßige vierseitige Pyramide* (Fig. 18.2) hat die Grundkante a, die Seitenkante k und die Höhe h. Berechne und konstruiere die fehlende der drei Größen für a) $a = 6$ cm, $k = 8$ cm b) $a = 5$ cm, $h = 6$ cm.

21. Berechne den Oberflächeninhalt der *Pyramiden* in Aufg. 20.

22. Berechne und konstruiere die Höhe eines *regelmäßigen Achtflachs* oder *Oktaeders* mit der Kante a (Fig. 18.3).

23. Eine regelmäßige viersitige Pyramide (vgl. Fig. 18.2) habe 8 gleiche Kanten von der Länge $a = 4$ cm.
a) Wie groß ist der Oberflächeninhalt der Pyramide?
b) Berechne auf doppelte Weise die Höhe.
c) Wieso sind die Kanten AS und CS orthogonal?

24. a) Auf einen Würfel mit der Kante $a = 4$ cm ist eine regelmäßige Pyramide aufgesetzt, deren Seitenkante $k = 3$ cm ist (Fig.18.4). Wie groß ist die Höhe h der Pyramide, und wie weit ist die Spitze S von der Ecke A entfernt?
b) Löse dieselbe Aufgabe für $a = 8$ cm, $k = 9$ cm; $a = 6$ cm, $k = 5$ cm; $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

25. Berechne den Oberflächeninhalt des Körpers in Fig. 18.4
a) $a = 6$ cm, $k = 5$ cm b) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

26. Fig. 18.5 zeigt das Bild einer regelmäßigen Pyramide, deren Grundfläche das gleichseitige Dreieck ABC mit der Seite a und deren Seitenkante $\overline{AS} = k$ ist. Berechne die Höhe $\overline{MS} = h$ der Pyramide, wenn
a) $a = 9$ cm, $k = 14$ cm b) $a = 25$ cm, $k = 38$ cm ist.
(*Anl.:* M ist Schwerpunkt des Dreiecks ABC; wie groß ist also $\overline{AM} : \overline{MD}$?)

27. Beweise, daß die Pyramide der Fig. 18.5 die Höhe $h = \frac{a}{3}\sqrt{6}$ hat, wenn $k = a$ ist (*regelmäßiges Vierflach* oder *Tetraeder*[1]). Wie groß ist der Oberflächeninhalt?

28. Berechne die Höhe $\overline{DS}$ des Seitendreiecks BCS und den Oberflächeninhalt der Pyramide in Fig. 18.5 für
a) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm b) $a = 6$ cm, $k = 10$ cm.

1. tettares (griech.), vier und hedra (griech.), Fläche.

18

18.1. Raumdiagonale im Würfel

18.2. Regelmäßige vierseitige Pyramide

18.3. Regelmäßiges Achtflach (Oktaeder)

18.4.

18.5. Regelmäßiges Vierflach (Tetraeder)

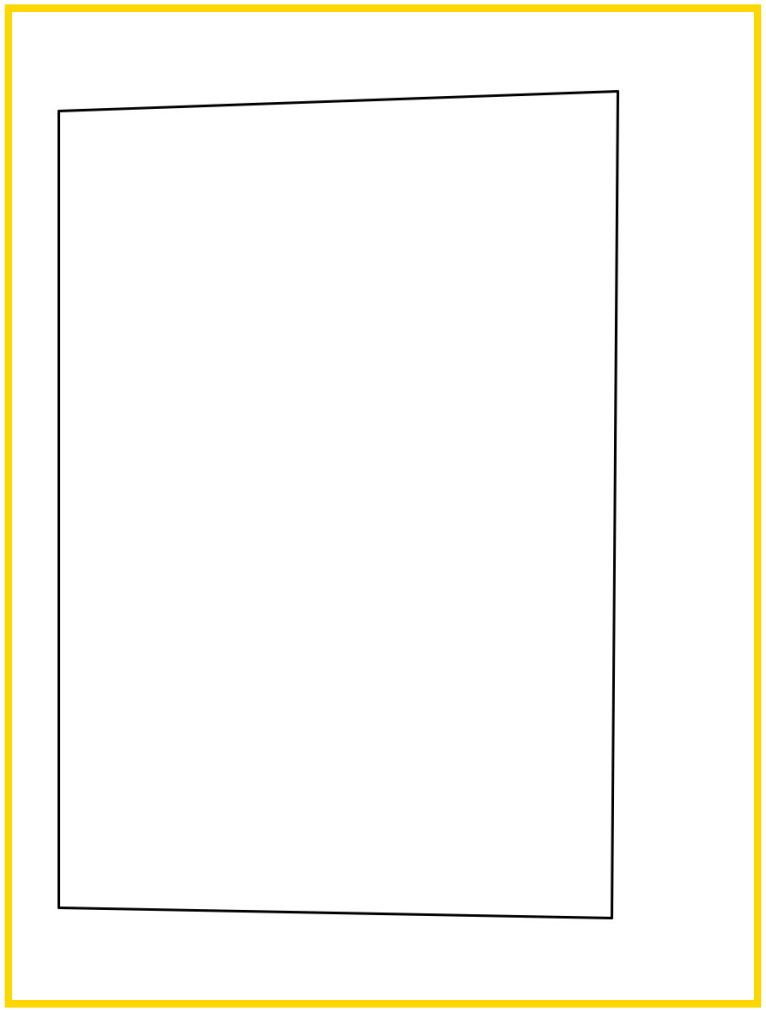
AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-FIT-QUADRILATERAL

```
param rtxt geo
param rtxt left
param rtxt right
param rtxt top
param rtxt bottom

if {[catch {
    set i [intersect $a $d $e $f]
    set j [intersect $b $c $e $f]
    set k [intersect $b $c $g $h]
    set l [intersect $a $d $g $h]

set poly      [list $i $j $k $l]
set polyclose $poly ; lappend polyclose $i

result        wtxt dstdata $poly
placeholder        dstshow
debugs {result pgm dstshow [draw-poly {*}$geo $polyclose]}
```

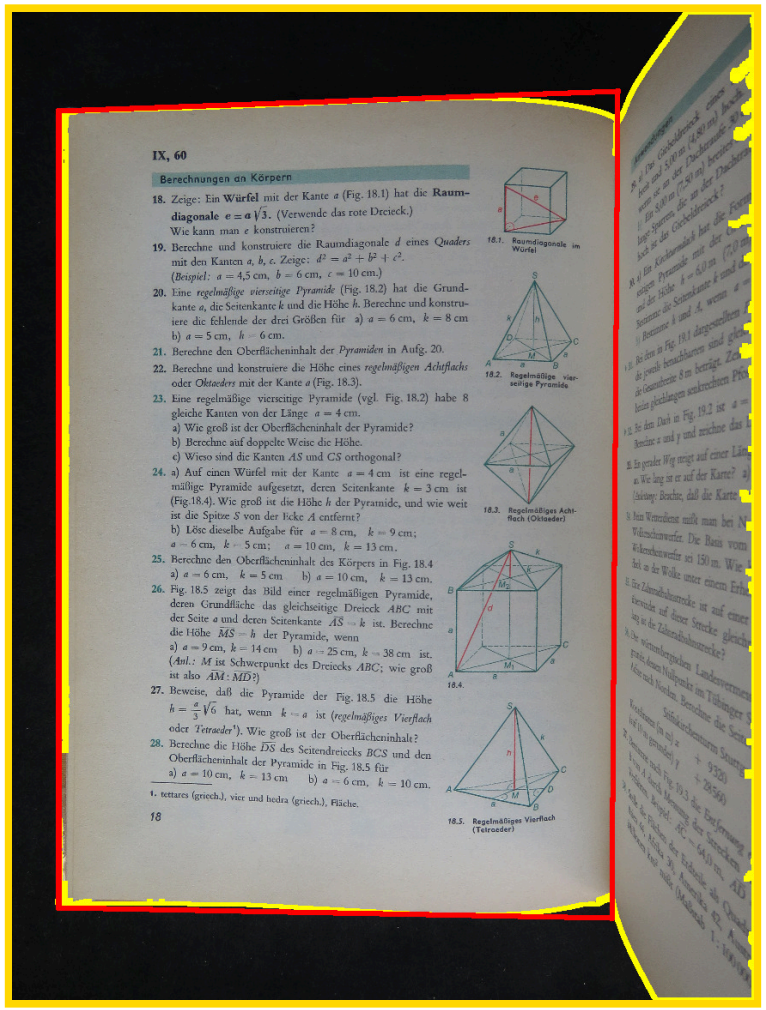
AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

ENCLOSING QUADRILATERAL



AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

BORDER + BOX



IX, 60

Berechnungen an Körpern

18. Zeige: Ein **Würfel** mit der Kante a (Fig. 18.1) hat die **Raumdiagonale** $e = a\sqrt{3}$. (Verwende das rote Dreieck.)
Wie kann man e konstruieren?

19. Berechne und konstruiere die Raumdiagonale d eines *Quaders* mit den Kanten a, b, c. Zeige: $d^2 = a^2 + b^2 + c^2$.
(*Beispiel:* $a = 4{,}5$ cm, $b = 6$ cm, $c = 10$ cm.)

20. Eine *regelmäßige vierseitige Pyramide* (Fig. 18.2) hat die Grundkante a, die Seitenkante k und die Höhe h. Berechne und konstruiere die fehlende der drei Größen für a) $a = 6$ cm, $k = 8$ cm b) $a = 5$ cm, $h = 6$ cm.

21. Berechne den Oberflächeninhalt der *Pyramiden* in Aufg. 20.

22. Berechne und konstruiere die Höhe eines *regelmäßigen Achtflachs* oder *Oktaeders* mit der Kante a (Fig. 18.3).

23. Eine regelmäßige viersitige Pyramide (vgl. Fig. 18.2) habe 8 gleiche Kanten von der Länge $a = 4$ cm.
a) Wie groß ist der Oberflächeninhalt der Pyramide?
b) Berechne auf doppelte Weise die Höhe.
c) Wieso sind die Kanten AS und CS orthogonal?

24. a) Auf einen Würfel mit der Kante $a = 4$ cm ist eine regelmäßige Pyramide aufgesetzt, deren Seitenkante $k = 3$ cm ist (Fig.18.4). Wie groß ist die Höhe h der Pyramide, und wie weit ist die Spitze S von der Ecke A entfernt?
b) Löse dieselbe Aufgabe für $a = 8$ cm, $k = 9$ cm; $a = 6$ cm, $k = 5$ cm; $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

25. Berechne den Oberflächeninhalt des Körpers in Fig. 18.4
a) $a = 6$ cm, $k = 5$ cm b) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

26. Fig. 18.5 zeigt das Bild einer regelmäßigen Pyramide, deren Grundfläche das gleichseitige Dreieck ABC mit der Seite a und deren Seitenkante $\overline{AS} = k$ ist. Berechne die Höhe $\overline{MS} = h$ der Pyramide, wenn
a) $a = 9$ cm, $k = 14$ cm b) $a = 25$ cm, $k = 38$ cm ist.
(*Anl.:* M ist Schwerpunkt des Dreiecks ABC; wie groß ist also $\overline{AM} : \overline{MD}$?)

27. Beweise, daß die Pyramide der Fig. 18.5 die Höhe $h = \frac{a}{3}\sqrt{6}$ hat, wenn $k = a$ ist (*regelmäßiges Vierflach* oder *Tetraeder*[1]). Wie groß ist der Oberflächeninhalt?

28. Berechne die Höhe $\overline{DS}$ des Seitendreiecks BCS und den Oberflächeninhalt der Pyramide in Fig. 18.5 für
a) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm b) $a = 6$ cm, $k = 10$ cm.

1. tettares (griech.), vier und hedra (griech.), Fläche.

18

18.1. Raumdiagonale im Würfel

18.2. Regelmäßige vierseitige Pyramide

18.3. Regelmäßiges Achtflach (Oktaeder)

18.4.

18.5. Regelmäßiges Vierflach (Tetraeder)

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

DO-RECTIFY

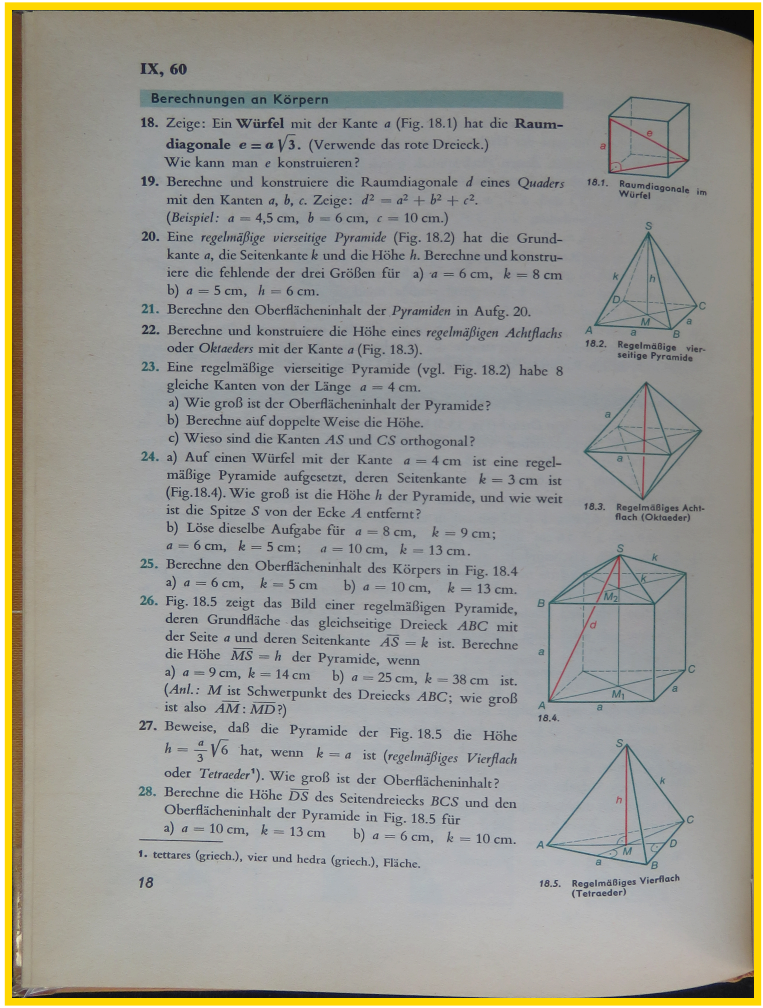
```
param pnm  src
param rtxt quad
param rtxt top  ; set top    [sup $top]
param rtxt bottom       ; set bottom [sup $bottom]

lassign [aktive query domain $src] _ _ w h
lassign $quad i j k l

set quad      [aktive transform quad unit2 a $i b $j c $k d $l]
set iquad     [aktive transform invert $quad]
set scale     [aktive transform scale x $w y $h]
set transform [aktive transform compose $scale $iquad]
set rect      [aktive op transform by  $transform $src]
set top       [aktive transform points $transform series {*}$top]
set bottom    [aktive transform points $transform series {*}$bottom]

result          ppm  dst      [aktive op view $rect port [list 0 0 $w $h]]
result          wtxt tresidue $top
result          wtxt bresidue $bottom
debugs {result pgm  tshow [draw-poly $w $h $top]}
```

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

AKTIVE documentation; quadrilateral warping

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

RECTIFIED PAGE 3456 X 4608



IX, 60

Berechnungen an Körpern

18. Zeige: Ein **Würfel** mit der Kante a (Fig. 18.1) hat die **Raumdiagonale** $e = a\sqrt{3}$. (Verwende das rote Dreieck.)
Wie kann man e konstruieren?

19. Berechne und konstruiere die Raumdiagonale d eines *Quaders* mit den Kanten a, b, c. Zeige: $d^2 = a^2 + b^2 + c^2$.
(*Beispiel:* $a = 4{,}5$ cm, $b = 6$ cm, $c = 10$ cm.)

20. Eine *regelmäßige vierseitige Pyramide* (Fig. 18.2) hat die Grundkante a, die Seitenkante k und die Höhe h. Berechne und konstruiere die fehlende der drei Größen für a) $a = 6$ cm, $k = 8$ cm b) $a = 5$ cm, $h = 6$ cm.

21. Berechne den Oberflächeninhalt der *Pyramiden* in Aufg. 20.

22. Berechne und konstruiere die Höhe eines *regelmäßigen Achtflachs* oder *Oktaeders* mit der Kante a (Fig. 18.3).

23. Eine regelmäßige vierseitige Pyramide (vgl. Fig. 18.2) habe 8 gleiche Kanten von der Länge $a = 4$ cm.
a) Wie groß ist der Oberflächeninhalt der Pyramide?
b) Berechne auf doppelte Weise die Höhe.
c) Wieso sind die Kanten AS und CS orthogonal?

24. a) Auf einen Würfel mit der Kante $a = 4$ cm ist eine regelmäßige Pyramide aufgesetzt, deren Seitenkante $k = 3$ cm ist (Fig. 18.4). Wie groß ist die Höhe h der Pyramide, und wie weit ist die Spitze S von der Ecke A entfernt?
b) Löse dieselbe Aufgabe für $a = 8$ cm, $k = 9$ cm; $a = 6$ cm, $k = 5$ cm; $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

25. Berechne den Oberflächeninhalt des Körpers in Fig. 18.4
a) $a = 6$ cm, $k = 5$ cm b) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

26. Fig. 18.5 zeigt das Bild einer regelmäßigen Pyramide, deren Grundfläche das gleichseitige Dreieck ABC mit der Seite a und deren Seitenkante $\overline{AS} = k$ ist. Berechne die Höhe $\overline{MS} = h$ der Pyramide, wenn
a) $a = 9$ cm, $k = 14$ cm b) $a = 25$ cm, $k = 38$ cm ist.
(*Anl.:* M ist Schwerpunkt des Dreiecks ABC; wie groß ist also $\overline{AM} : \overline{MD}$?)

27. Beweise, daß die Pyramide der Fig. 18.5 die Höhe $h = \frac{a}{3}\sqrt{6}$ hat, wenn $k = a$ ist (*regelmäßiges Vierflach* oder *Tetraeder*[1]). Wie groß ist der Oberflächeninhalt?

28. Berechne die Höhe $\overline{DS}$ des Seitendreiecks BCS und den Oberflächeninhalt der Pyramide in Fig. 18.5 für
a) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm b) $a = 6$ cm, $k = 10$ cm.

1. tettares (griech.), vier und hedra (griech.), Fläche.

18.1. Raumdiagonale im Würfel

18.2. Regelmäßige vierseitige Pyramide

18.3. Regelmäßiges Achtflach (Oktaeder)

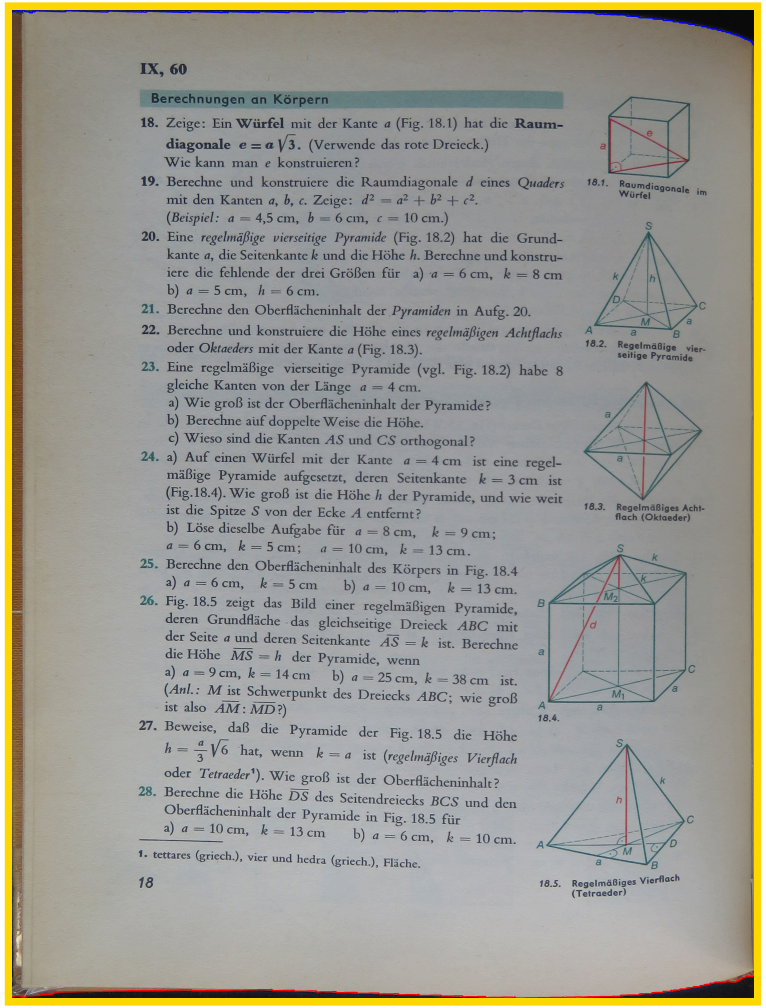
18.4.

18.5. Regelmäßiges Vierflach (Tetraeder)

18

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

RECTIFIED + RESIDUALS



IX, 60

Berechnungen an Körpern

18. Zeige: Ein **Würfel** mit der Kante a (Fig. 18.1) hat die **Raumdiagonale** $e = a\sqrt{3}$. (Verwende das rote Dreieck.)
Wie kann man e konstruieren?

19. Berechne und konstruiere die Raumdiagonale d eines *Quaders* mit den Kanten a, b, c. Zeige: $d^2 = a^2 + b^2 + c^2$.
(*Beispiel:* $a = 4{,}5$ cm, $b = 6$ cm, $c = 10$ cm.)

20. Eine *regelmäßige vierseitige Pyramide* (Fig. 18.2) hat die Grundkante a, die Seitenkante k und die Höhe h. Berechne und konstruiere die fehlende der drei Größen für a) $a = 6$ cm, $k = 8$ cm b) $a = 5$ cm, $h = 6$ cm.

21. Berechne den Oberflächeninhalt der *Pyramiden* in Aufg. 20.

22. Berechne und konstruiere die Höhe eines *regelmäßigen Achtflachs* oder *Oktaeders* mit der Kante a (Fig. 18.3).

23. Eine regelmäßige vierseitige Pyramide (vgl. Fig. 18.2) habe 8 gleiche Kanten von der Länge $a = 4$ cm.
a) Wie groß ist der Oberflächeninhalt der Pyramide?
b) Berechne auf doppelte Weise die Höhe.
c) Wieso sind die Kanten AS und CS orthogonal?

24. a) Auf einen Würfel mit der Kante $a = 4$ cm ist eine regelmäßige Pyramide aufgesetzt, deren Seitenkante $k = 3$ cm ist (Fig.18.4). Wie groß ist die Höhe h der Pyramide, und wie weit ist die Spitze S von der Ecke A entfernt?
b) Löse dieselbe Aufgabe für $a = 8$ cm, $k = 9$ cm; $a = 6$ cm, $k = 5$ cm; $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

25. Berechne den Oberflächeninhalt des Körpers in Fig. 18.4
a) $a = 6$ cm, $k = 5$ cm b) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm.

26. Fig. 18.5 zeigt das Bild einer regelmäßigen Pyramide, deren Grundfläche das gleichseitige Dreieck ABC mit der Seite a und deren Seitenkante $\overline{AS} = k$ ist. Berechne die Höhe $\overline{MS} = h$ der Pyramide, wenn
a) $a = 9$ cm, $k = 14$ cm b) $a = 25$ cm, $k = 38$ cm ist.
(*Anl.:* M ist Schwerpunkt des Dreiecks ABC; wie groß ist also $\overline{AM} : \overline{MD}$?)

27. Beweise, daß die Pyramide der Fig. 18.5 die Höhe $h = \frac{a}{3}\sqrt{6}$ hat, wenn $k = a$ ist (*regelmäßiges Vierflach* oder *Tetraeder*[1]). Wie groß ist der Oberflächeninhalt?

28. Berechne die Höhe $\overline{DS}$ des Seitendreiecks BCS und den Oberflächeninhalt der Pyramide in Fig. 18.5 für
a) $a = 10$ cm, $k = 13$ cm b) $a = 6$ cm, $k = 10$ cm.

1. tettares (griech.), vier und hedra (griech.), Fläche.

18.1. Raumdiagonale im Würfel

18.2. Regelmäßige vierseitige Pyramide

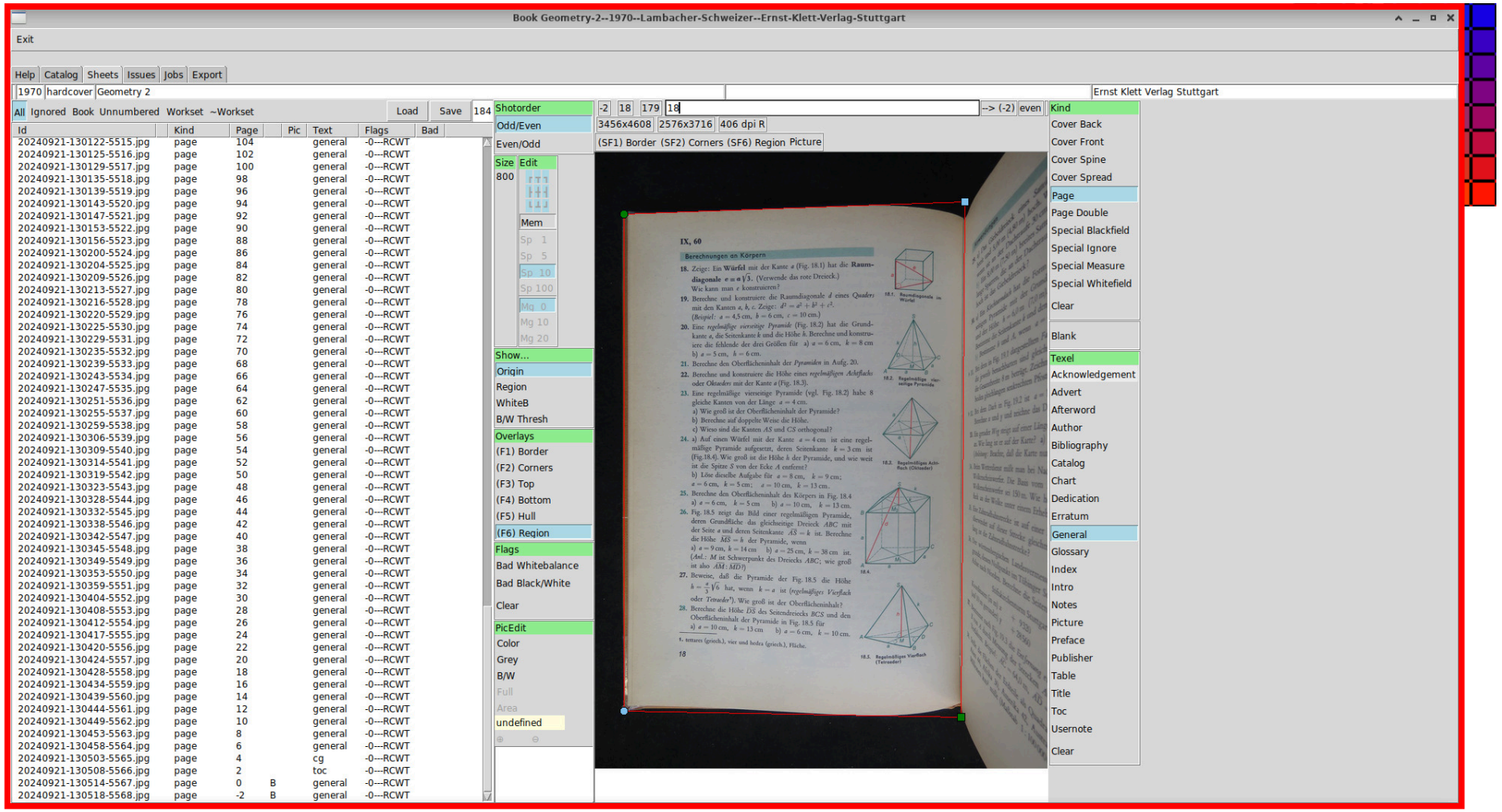
18.3. Regelmäßiges Achtflach (Oktaeder)

18.4.

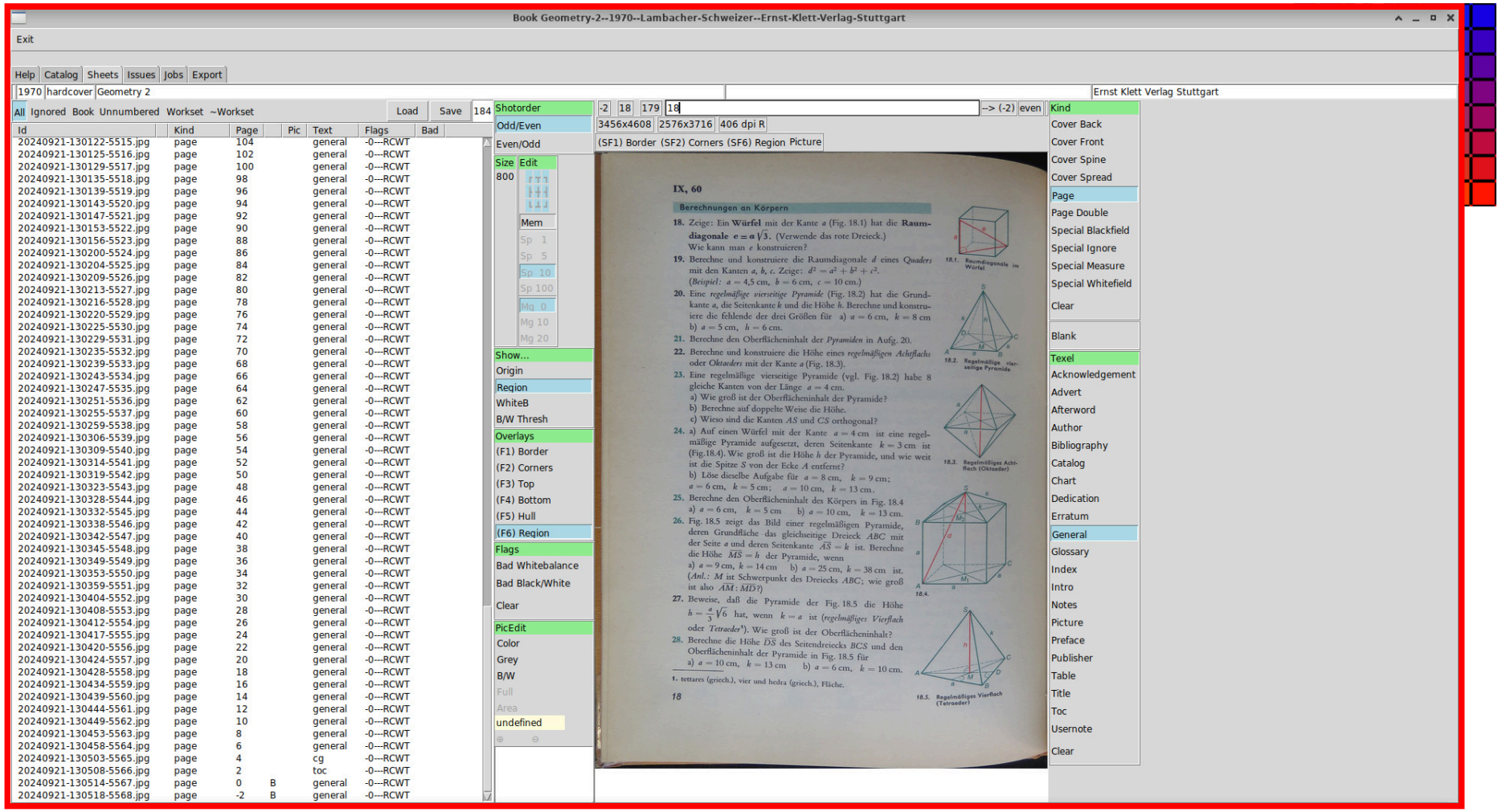
18.5. Regelmäßiges Vierflach (Tetraeder)

18

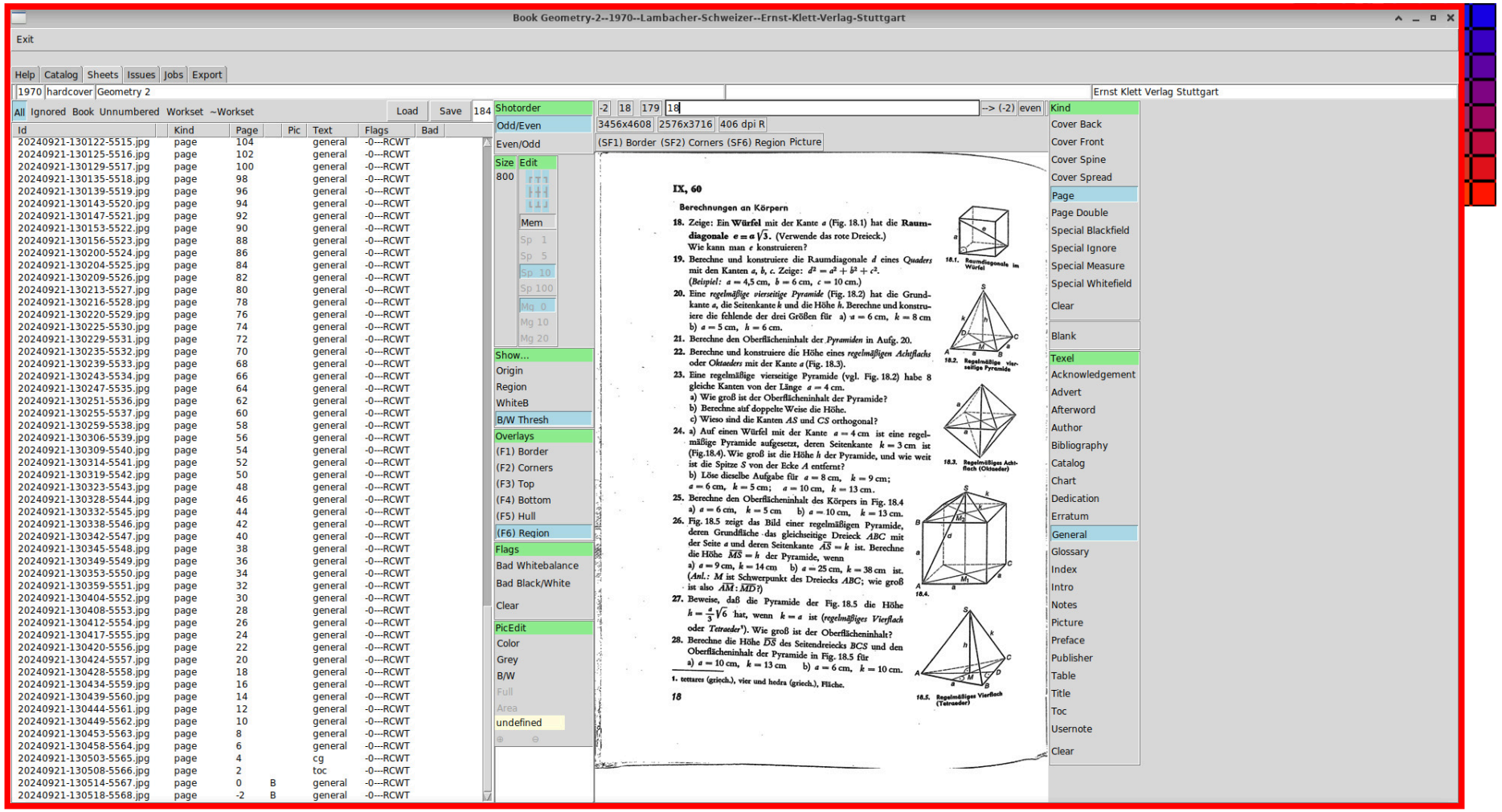
AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION



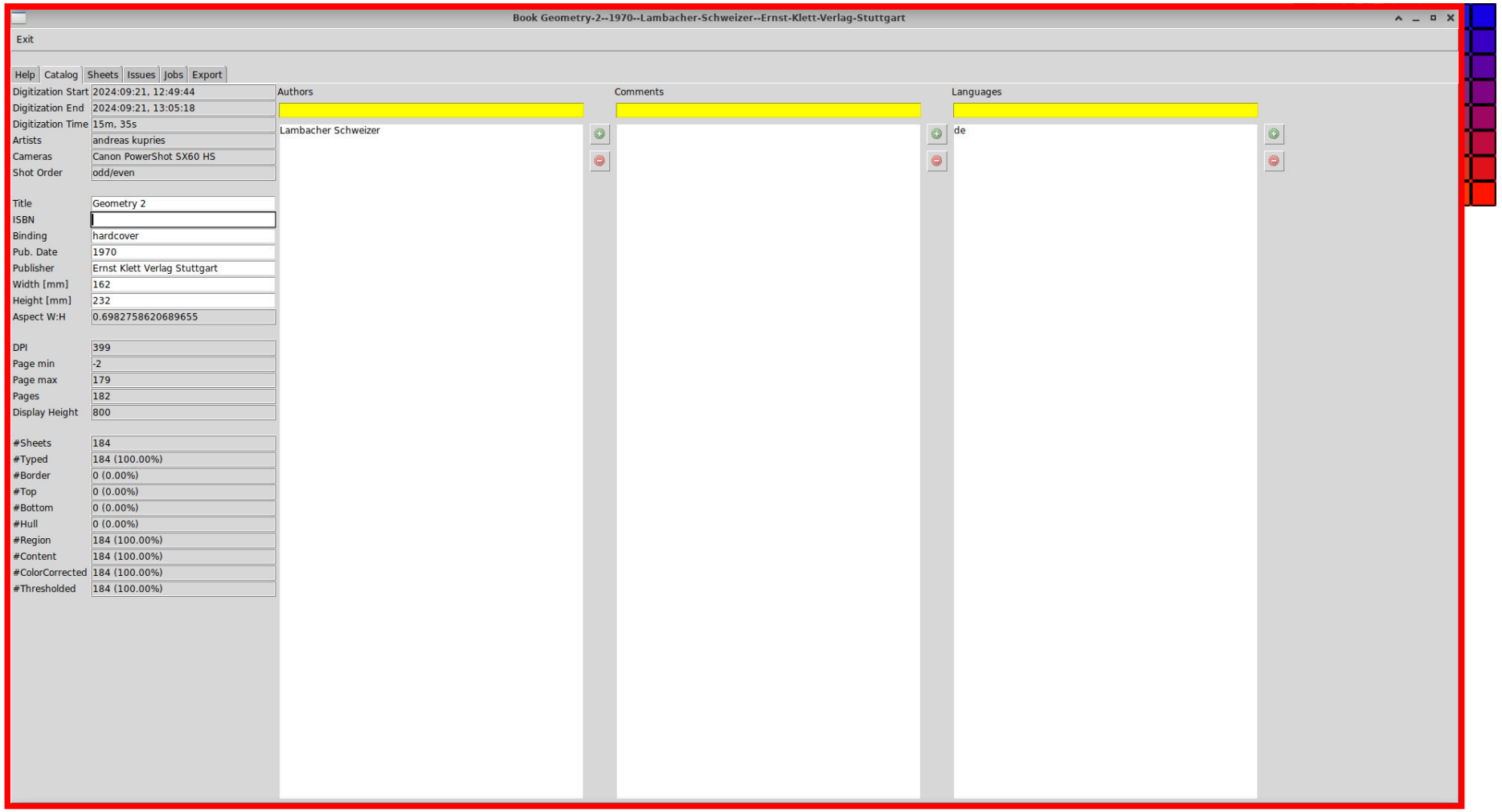
AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION



AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION



AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION



AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

- Future Work

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

- Future Work
  - Generally

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

- Future Work
  - Generally
    - Benchmarking
    - FFT
    - Hough Transform
    - Hit/Miss Transform
    - More file formats
    - Matrix ops
    - Image Smoothing via L_0 Gradient Minimization
    - ...

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

- Future Work
  - Generally
  - Demo Task

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

- Future Work
  - Generally
  - Demo Task
    - Color edges for better borders?
    - Remove residual curvature
    - Blank page detection
    - Text/Image Segmentation
    - OCR

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

- Future Work
  - Generally
  - Demo Task
    - Color edges for better borders?
    - Remove residual curvature
      - Forward transform profiles
      - Profile approximations (spline, cubic, ...)
      - Unwarp along the approximation
    - Blank page detection
    - Text/Image Segmentation
    - OCR

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

- Questions ? ...

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

Warp Core

op warp bicubic

op warp bilinear

op warp lanczos

op warp near-neighbour

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

Warp Origins

warp matrix

warp 2cartesian

warp 2polar

warp noise gauss

warp noise uniform

warp swirl

warp wobble

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

Warp Origins	Warpers
warp matrix	op transform by
warp 2cartesian	effect 2cartesian
warp 2polar	effect 2polar
warp noise gauss	effect jitter gauss
warp noise uniform	effect jitter uniform
warp swirl	effect swirl
warp wobble	effect wobble

AK TCL IMAGE VECTOR EXTENSION

transform ...		
... projective	... identity	... reflect x
... affine	... translate	... reflect y
	... scale	... reflect line
... compose	... rotate	... quad 2quad
... invert	... shear	... quad unit2
... point	... points	... domain