

# Anleitung

## Exceltool zur Betriebswertermittlung aus Kennlinienfeld einer Röhre

### Disclaimer:

Dieses Tool wurde für private Zwecke programmiert. Gewerbliche Nutzung ist untersagt. Ich übernehme keine Verantwortung für die Richtigkeit der verwendeten Methode, den Ergebnissen und eventuellen Schäden durch die Nutzung des Programms, insbesondere Softwarefehlern und Verletzungen durch hohe Spannungen beim Basteln oder Bauteilebeschädigungen durch falsch ermittelte Werte.

**Wer damit nicht einverstanden ist, hat die Nutzung des Programms zu unterlassen!**

### Zusammenfassung

Das Exceltool wurde auf Excel 2000/XP entwickelt und besteht aus einem Programm-Modul (Kennlinie.xla) und aus beliebig vielen Datenblatt-Dateien (z.B. \_EL84.xls). Das Programm-Modul und die Datenblattdateien sind miteinander verkettet, d.h. beim Aufruf einer XLS wird die XLA mitgeöffnet und andersherum.

Mit diesem Tool kann mit einem vorhandenen Kennlinienfeld einer Röhre für einen Verstärker eine günstige Betriebsart und ein günstiger Arbeitspunkt hinsichtlich Leistung und Verzerrungen ermittelt werden. Die Berechnung der Leistung und Klirrfaktors wird nach Formeln aus „Nachrichtentechnik“ von Schröder vorgenommen.

### Installation

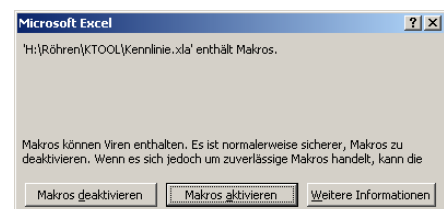
Excel 2000/XP ist erforderlich.

Bitte alle Dateien aus der ZIP in **dasselbe** (beliebige) Verzeichnis entpacken.

### Programmstart

Start des Programms durch Aktivierung der Kennlinie.xla.

Danach fragt Excel, ob die Makros aktiviert werden sollen.



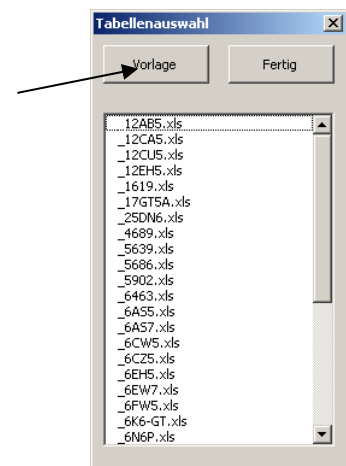
Das Programm legt in der Menüzeile von Excel den Punkt „Tabellenauswahl“ an.

Beim Beenden des Programms wird dieser wieder entfernt.

Das Programm fragt nun nach Auswahl einer vorhandenen Tabelle.

Soll ein neues Datenblatt erstellt werden, bitte auf Schaltfläche „Vorlage“ klicken.

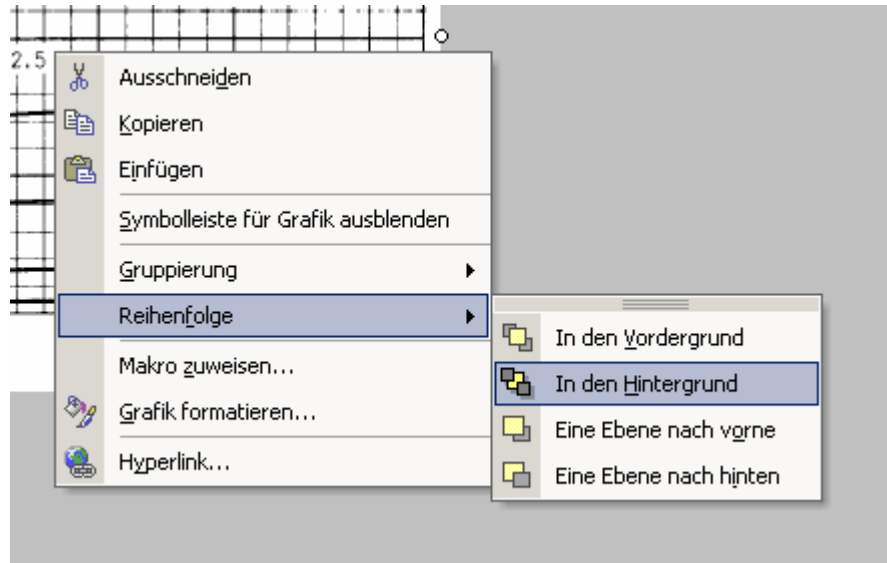
Die Konvention der Dateinamen für Datenblätter ist Unterstrich+Röhrenname. Normale Windos/DOS Namenskonventionen.





## Einfügen eines Kennlinienfeldes in die Vorlage

**Feld einfügen:** normalerweise kann aus den Datenblättern in PDF nichts kopiert werden, da die Dateien geschützt sind. Daher bitte vom gewünschten Datenblatt eine Bildschirmkopie machen, in Bildbearbeitungsprogrammen wie z.B. Paint oder Photoshop das Kennlinienfeld als Bitmaß ausschneiden und in das Excelsheet einfügen. Tipp: Zoomfaktor der PDF so verkleinern, dass die Kennlinien noch gut erkennbar sind, danach erst Bildschirmkopie machen. Dies ergibt kleine Datendateien, da das eingebundene Bild wenig Speicherplatz erfordert. In Excel kann es problemlos wieder „größgezogen“ werden.

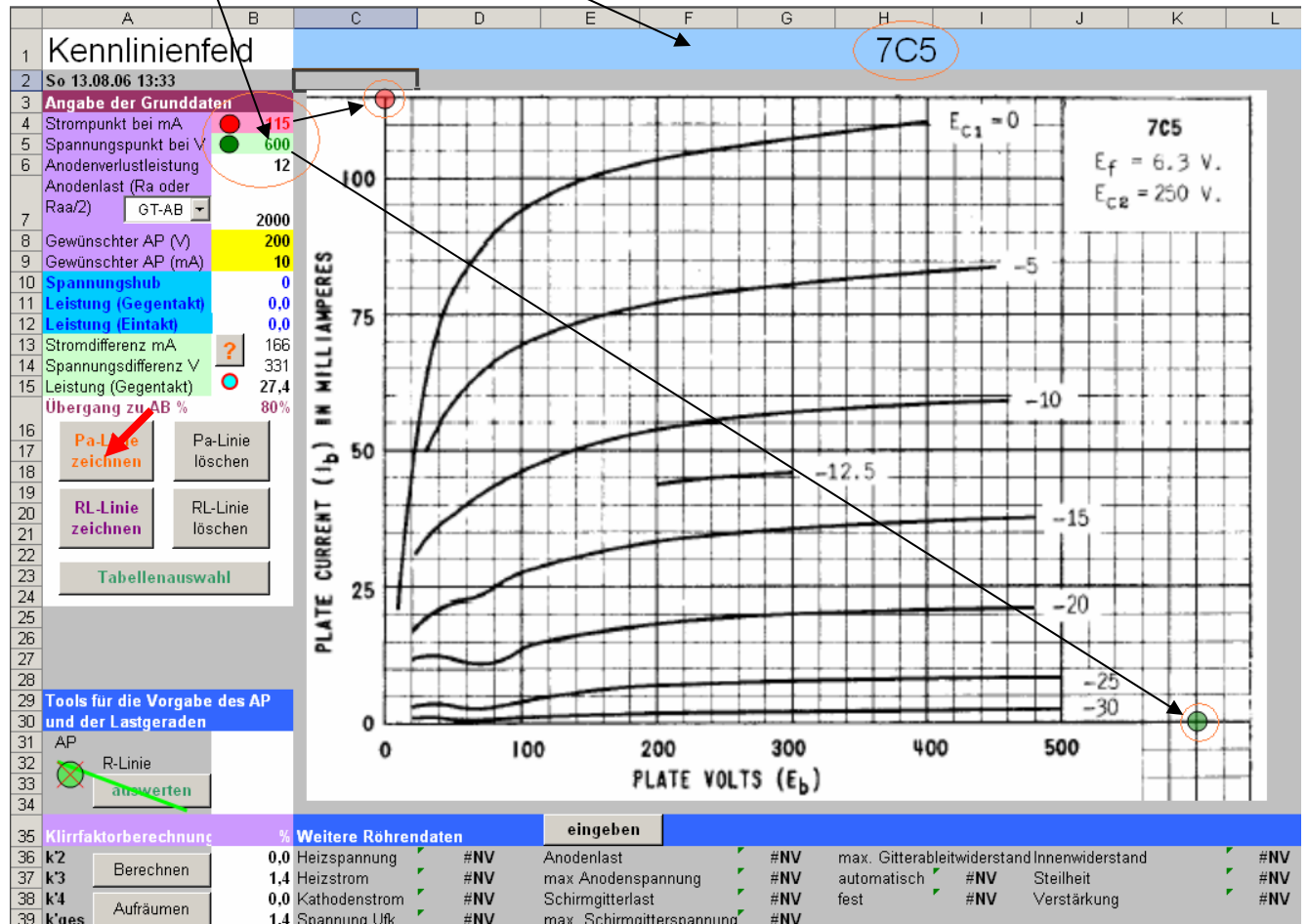
Das Kennlinienbild muss in den Hintergrund gelegt werden:  
mit rechter Maustaste auf Bild klicken, Zeile „Reihenfolge“ -> „in den Hintergrund“.



Danach kann das Bild positioniert und großgezogen werden. Der rote und der grüne Punkt liegen somit über dem Bild.

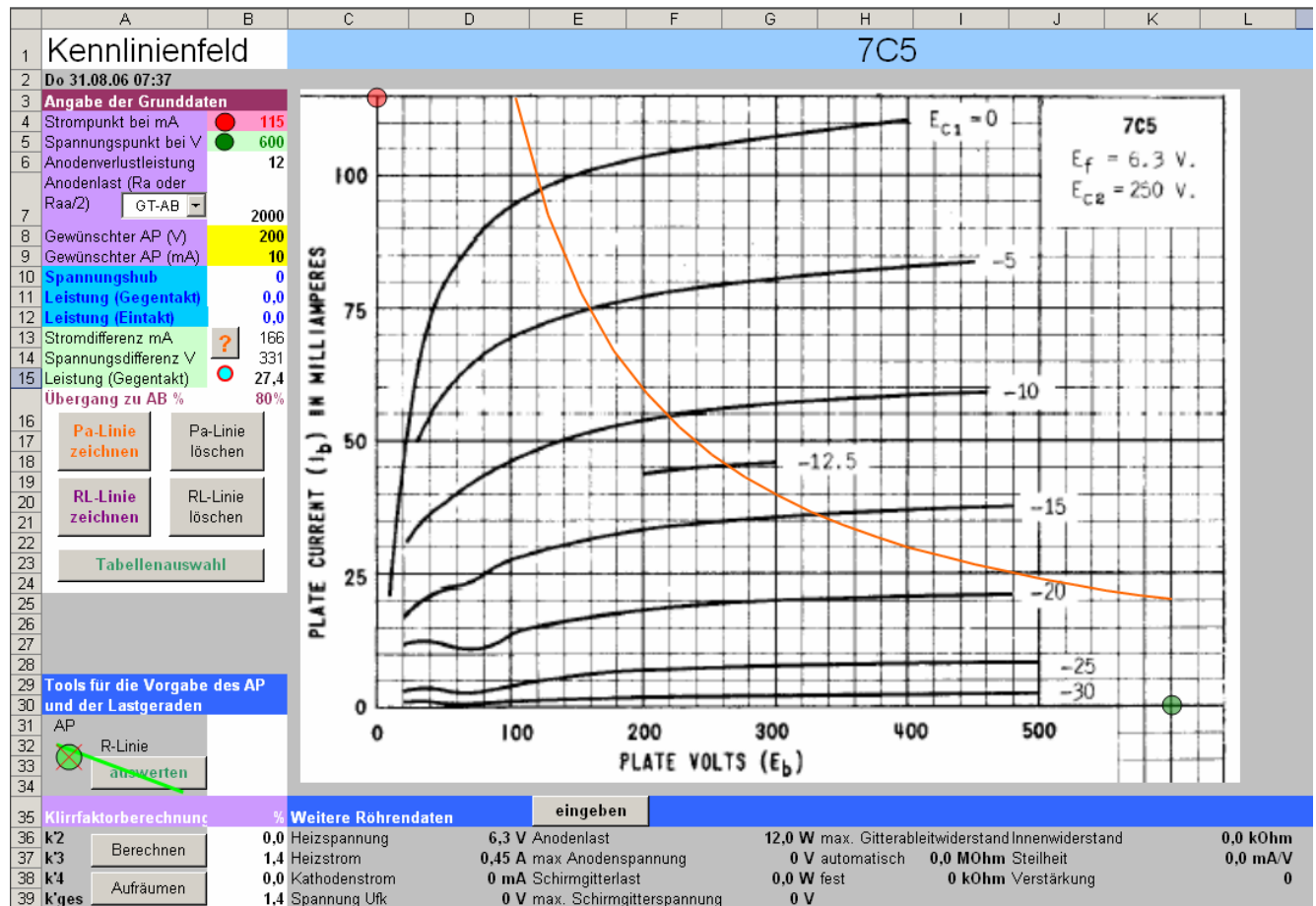
**Koordinatenkreuz definieren:** damit Excel weiß, wie auf dem Tabellenblatt das Koordinatenkreuz definiert und wie skaliert ist, muß dies mit dem Strompunkt  und dem Spannungspunkt  festgelegt werden. Bitte die transparenten Punkte auf der grauen Fläche verschieben. Danach in die Zellen

**C1** den Namen der Röhre  
**B4** den max. Strom auf der Y-Koordinate des Kennlinienfeldes  
**B5** die max. Spannung  
**B6** die max. Anodenverlustleistung der Röhre  
 eintragen



Anschließend auf die Schaltfläche „Pa-Linie zeichnen“ klicken. Damit werden die Koordinaten ermittelt, die Pa-Linie gezeichnet und die Datei gespeichert. Das Tool fragt nun nach weiteren Röhrendaten, die in der XLA abgelegt werden. Dies kann auch abgebrochen werden, falls dies nicht gewünscht wird.

## Ermitteln einer günstigen Betriebsart und Arbeitspunkts



Oftmals liegt ein gebrauchter Ausgangsübertrager vor oder ich möchte auf einen Standardwert in einer Verkaufsliste eines Anbieters zurückgreifen. Somit muss ein Arbeitspunkt gefunden werden, der hinsichtlich Strombelastung und Leistung dem Übertrager gerecht wird, die Röhre nicht überlastet und außerdem günstige Ergebnisse bezüglich Leistung und Klirrfaktor meines Verstärkers liefert. Meist wird mit Gegentakt A, AB oder D (feste Gittervorspannung) gearbeitet. Wozu man sich entscheidet, ist letztendlich Geschmackssache.

### Vorgehensweise:


- Bekannt:
- Ra oder Raa** des Ausgangsübertragers, z.B. 8 kOhm, halber Raa = 4 kOhm (Belastung der Röhre mit diesem Wert)
  - Maximale** Betriebsspannung der Röhre, dieser Wert stellt dann auch die höchste Betriebsspannung für den Arbeitspunkt dar. Ein Überschreiten dieses Wertes ist meist in geringem Umfang möglich, beeinträchtigt jedoch ggf. die Lebensdauer der Röhre und ist daher nur nach reiflicher Überlegung vorzunehmen.
  - Anodenverlustleistung** der Röhre. Das Produkt von Spannung und Strom im Arbeitspunkt muss kleiner als dieser Wert sein, der AP muss unter der orangefarbenen Linie liegen.
- Wählen:
- Betriebsart (ET-A, GT-A, GT-AB, GT-D, GT-B)
  - bei ET-A die Primärimpedanz des Übertragers
  - bei GT-Betrieb den halben Raa-Wert
  - Spannung im Arbeitspunkt
  - Strom im Arbeitspunkt (mA)
- Ausführen:
- auf Schaltfläche „RL\_Linie zeichnen“ klicken
  - Vorgang sooft wiederholen, bis man zufrieden ist.

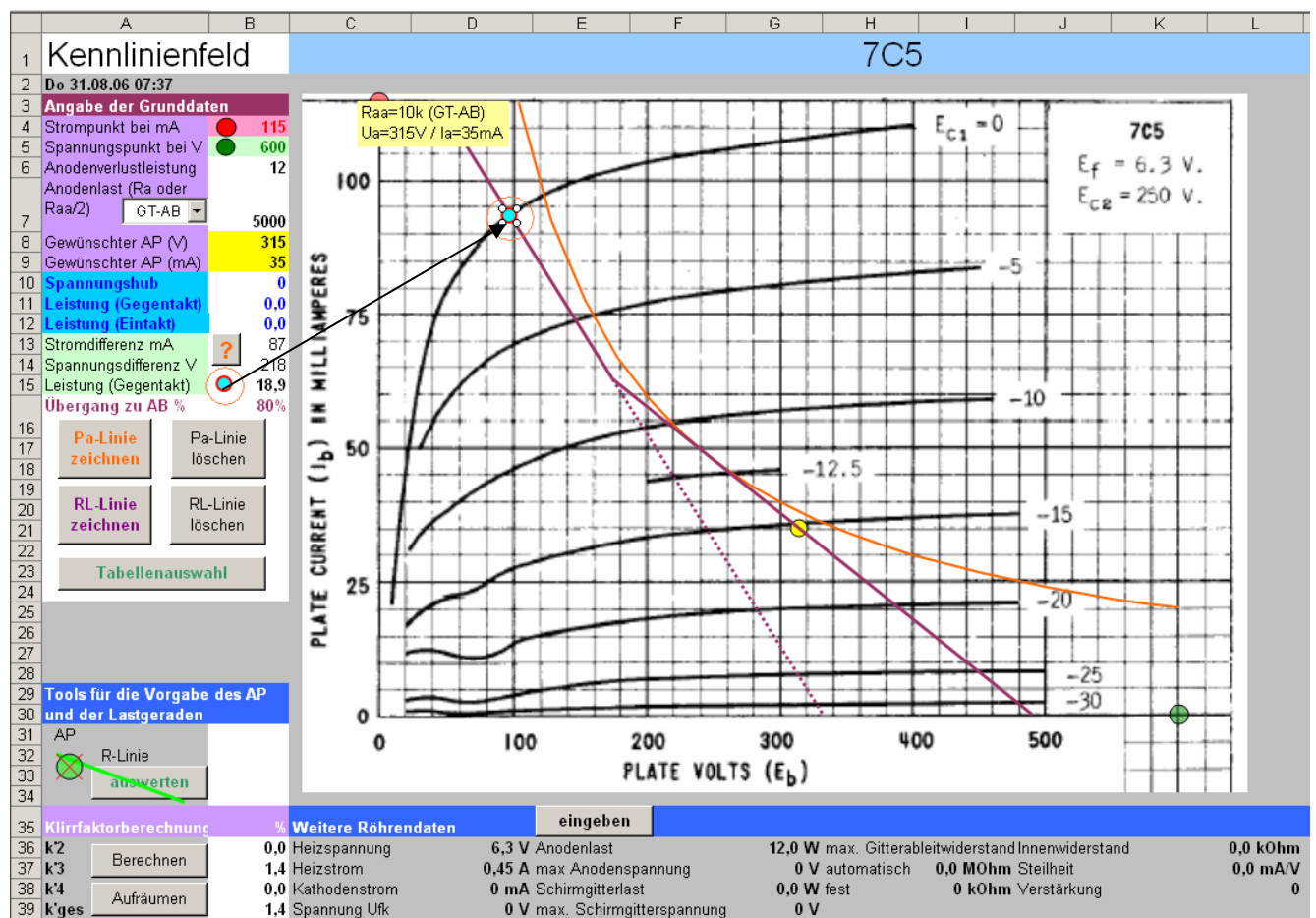
## Beispiele:

für die 7C5	Spannung	Strom	Belastungswiderstand
	im Arbeitspunkt		
	250	48	4000 (=Raa 8000)
	285	35	4000 (=Raa 8000)
	315	35	5000 (=Raa 10000)

Die Einstellung 315 / 35 / 5000 scheint eine günstige Einstellung hinsichtlich Leistung und Verzerrung zu sein, da sie in einem weiten Bereich im GT-A-Betrieb arbeitet und die Abstände der Linien verhältnismäßig gleichmäßig sind. Außerdem bleibt die Belastungslinie überall unterhalb der max. Anodenbelastung und schont somit die Röhre. Der Knick in der RL-Linie zeigt den Übergang von der GT-A Betriebsart in die GT-B-Betriebsart an, wenn die Aussteuerung im negativen Bereich in die starke Kennlinienkrümmung fährt. Der Übergang ist auf 80% der Restaussteuerung vorgegeben, kann jedoch je nach Aussehen des Kennlinienfelds in der Zelle **B16** angepasst werden. Damit verschiebt sich lediglich der Bereich der GT-A Betriebsart, nicht jedoch die Lage der Kennlinie insgesamt.

## Leistungsermittlung:

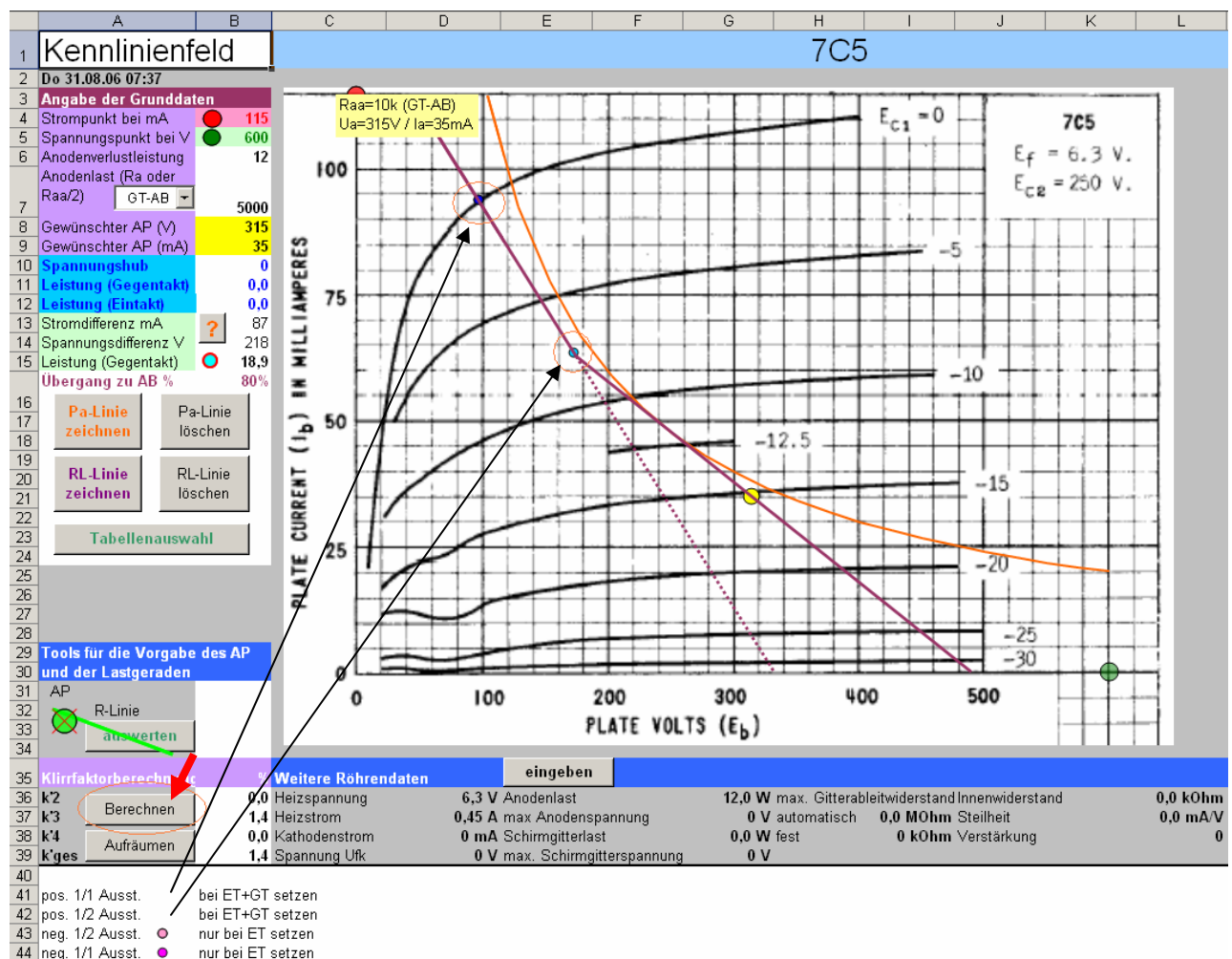
dem Blauen Punkt auf den Schnittpunkt der  $U_g=0$  Line und der violetten RLast-Line verschieben. mit der Schaltfläche  wird der Leistungswert für die gewählte Betriebsart ermittelt.



## Ermittlung der Verzerrung

Mit diesem Tool kann die Verzerrung beim gewünschten Arbeitspunkt mit der grafischen Methode ermittelt werden (zumindest ungefähr). Dazu die farbigen Punkte, die in den Zellen A41 bis A44 vorhanden sind auf die angegebenen Betriebswerte legen (nicht ganz einfach, zur Not die Werte schätzen). Erklärung: pos. 1/1 Ausst. ist die Vollaussteuerung der Röhre, in der Regel der Schnittpunkt mit der  $U_g=0$  Linie der Röhre. Bei GT-Betrieb werden symmetrische Bedingungen unterstellt, so dass nur die beiden ersten Punkte zu verschieben sind. Anschließend auf Schaltfläche „Berechnen“ klicken. Das Ergebnis von 3,5% deckt sich mit dem im Datenblatt angegebenen Wert von 3,5% (AP 285 / 35 / 4000). Die Einstellung AP 315 / 35 / 5000 ergibt 4,3% hat jedoch fast 5 Watt mehr Leistung.

- |                 |   |                   |
|-----------------|---|-------------------|
| pos. 1/1 Ausst. | ● | bei ET+GT setzen  |
| pos. 1/2 Ausst. | ● | bei ET+GT setzen  |
| neg. 1/2 Ausst. | ● | nur bei ET setzen |
| neg. 1/1 Ausst. | ● | nur bei ET setzen |



Michael Kauffmann  
[michael.kauffmann@freenet.de](mailto:michael.kauffmann@freenet.de)

Bonn, 31.08.2006