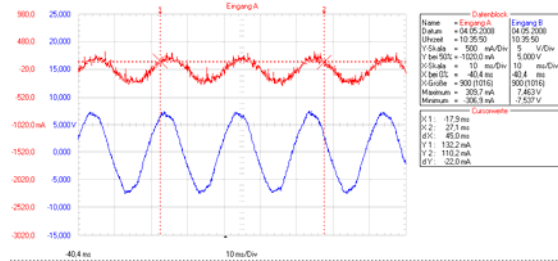


Stromwandler-und-Ringkerntrafo-messungen.doc.
 Angestoßen durch die Trafodiskussion im Wikipedia Transformator Artikel vom April 08, hat emeko folgende Messungen mit verschiedenen Spannungsformen an einem Stromwandler durchgeführt, um zu beweisen, dass der Stromwandler die Strom-(durch das Kernloch) zur Spannungswandlung (an der Bürde), getreu ausführt, sofern der Kern dabei nicht in Sättigung gerät. Als Ergebnis ist zu beachten ist, dass der Stromwandler zwar durch einen zu großen Strom durch das Kernloch in Sättigung getrieben wird, daß aber dabei der Bürdenwiderstand eine genauso wichtige Rolle spielt. Letztendlich wird die Sättigung durch eine zu große Spannungszeitfläche an den Ausgangsklemmen des Wandlers verursacht, wenn der Bürdenwiderstand bezogen auf den Eingangsstrom, zu hoch ohmig ist. Bei einer 0 Ohm Bürde braucht es ein vielfaches vom Nennstrom des Wandlers, damit dieser durch den Primärstrom des Wandlers in Sättigung gerät, weil dann die Spannungszeitfläche nur am Ri des Wickels abfallen kann.

Der Stromwandler Test wurde durchgeführt mit Netzspannung über Stelltrafo mit 150VA auf einen 100VA Ringkerntrafo, durch dessen Kern-Loch 3 Windungen mit einem Draht gewickelt sind, der dann zu einem Stromwandler ZKB 465/501-03-160 A3, 50A Nennstrom, 1000:1, der Fa. VAC geht und dort mit 5 Windungen durch Kernloch des Wandlers zurück geht zum 100VA Ringkerntrafo. Der Stromwandler hat eine Übersetzung von 50A zu 50mA, also 1 : 1000. Er hat also 1000 Windungen auf dem Ringkern für die Ausgangswicklung. Die zulässige Spannungszeitfläche ist $\leq 0,2mVsec$. Pro Windung, die den Wandlerkern gerade noch nicht in Sättigung bringt.

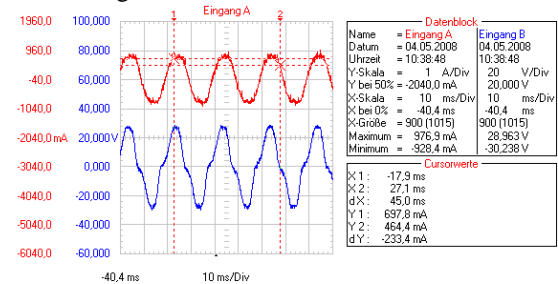
Bild 1. A, rot = Iprimär von Wandler, B, blau = Spannung am Wandlerausgang bei 10kOhm Bürde.



Stromwandler-test-1.bmp, VAC, ZKB 465/501-03-160 A3,10k Ohm Bürde, A=Iprim, B=Usek.

Das Ausgangssignal ist mit 7VSpitze noch nahezu unverzerrt.

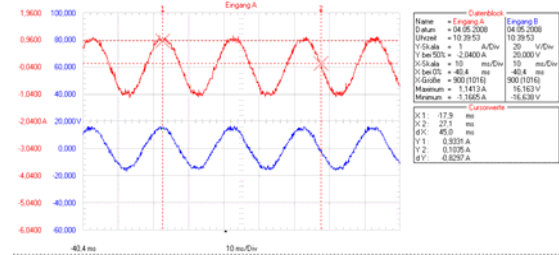
Bild 2, wie Bild 1, jedoch mehr Primärstrom bei zu hochohmiger Bürde von 10 kOhm.



Stromwandler-test-2.bmp, wie 1, jedoch I prim größer.

Das Ausgangssignal in Bild 2 ist deutlich verzerrt, weil die Spannung am Ausgang mit 28Vspitze viel zu groß ist. Die Spannungszeitfläche an einer Windung des Stromwandlers ist mit 0,28mVsec zu groß.

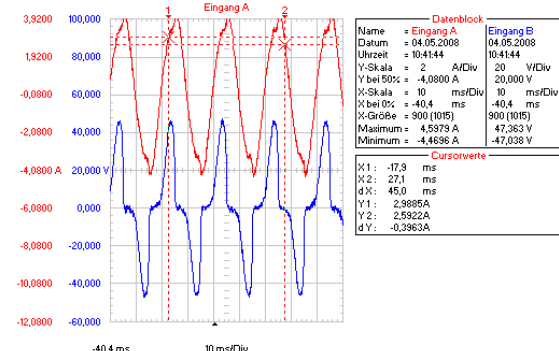
Bild 3, bei gleich großem Strom wie in Bild 2.



Stromwandler-test-3.bmp, wie 2 jedoch 2k ohm Bürde, keine Sättigung mehr

Aber nun bei 2kOhm Bürde keine Übersteuerung mehr. (Wenn die Sättigung alleine vom Eingangs-Strom verursacht würde, dann wäre das Ausgangssignal immer noch genauso verzerrt wie im Bild 2.)

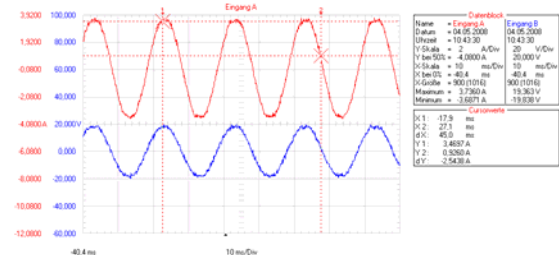
Bild 4, Strom wieder größer bei 2kOhm Bürde, nun wieder Sättigung.



Stromwandler-test-4.bmp, wie 3 jedoch Iprim größer, wieder Sättigung.

Sobald die Bürdenspannung größer 20VSpitze geht, tritt Sättigung auf. Der Kern kann also nur 20mV Spitze pro Windung bei 50 Hz als Spannungszeitfläche = Magnetfluss Phi aushalten, was 0,2mVsec. Pro Windung entspricht.

Bild 5, nun 1kOhm Bürde.

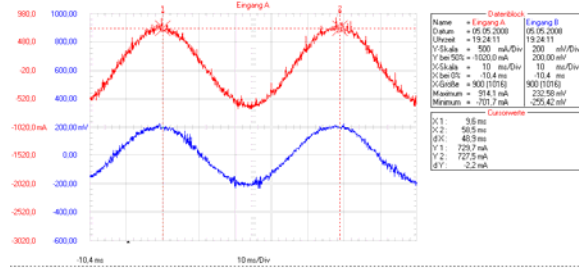


Stromwandler-test-5.bmp, wie 4, jedoch 1k Ohm Bürde, keine Sättigung mehr

Die Sättigung ist wieder beseitigt, die Spannung am Ausgang ist kleiner 20V Spitze.

Also ist nur die Spannungszeitfläche an der Wicklung des Wandlers maßgebend. Bei zu großer Spannungszeitfläche tritt Sättigung des Kernes auf. Das wird später auch mit Messungen mit kleinerer und größerer Frequenz bestätigt, was die Spannungszeitfläche ebenfalls variiert.

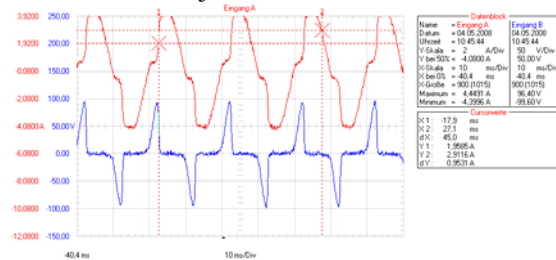
Bild 5A, wie Bild 5 jedoch nur 5 Ohm Bürde und nur 20 Hz,



Stromwandler-test-5a, wie 5 jedoch 5 Ohm Bürde und nur 20 Hz.

was die Spannungszeitfläche zwar durch die kleinere Frequenz vergrößert, aber durch die niederohmige Bürde wieder verkleinert und damit wird die Sättigung verhindert.

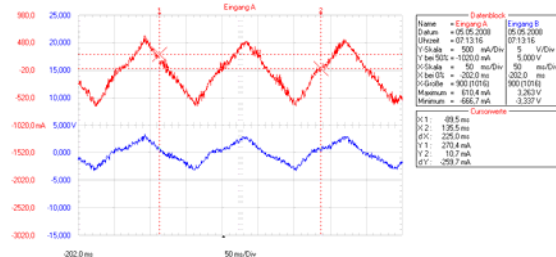
Bild 6 wie Bild 5 jedoch ohne Bürde.



Stromwandler-test-6.bmp, wie 5 jedoch keine Bürde, also offen. Starke Sättigung. Eingangstrom wird beeinflusst.

Starke SÄTTIGUNG beim gleichen Eingangsstrom wie in Bild 5.

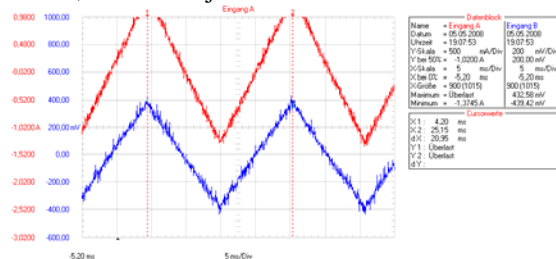
Bild 7, mit Dreieckstrom.



Stromwandler-test-7.bmp, wie 1, jedoch Dreieckstrom in Primdraht, bei 1 Ohm Bürde, A= Iprim, B= Usek

Die Ausgangsspannung ist schon zu groß an dieser Bürde, weil die Frequenz viel kleiner als bei den Bildern 1-6 ist und damit die Spannungszeitfläche zu groß ist.

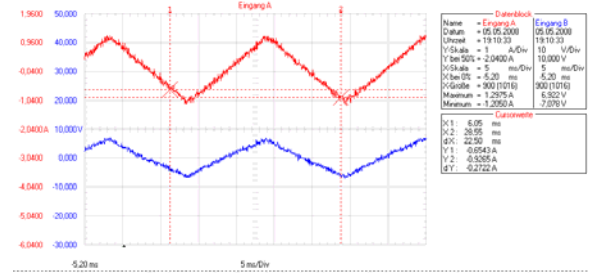
Bild 8, wie Bild 7 jedoch nur 5 Ohm Bürde.



Stromwandler-test-7a.bmp, wie 7, jedoch 5 Ohm Bürde, A= Iprim, B= Usek an 5 Ohm

Die Ausgangsspannung ist in Bild 8 OK, weil durch die kleine Bürde und höhere Frequenz die Spannungszeitfläche klein ist.

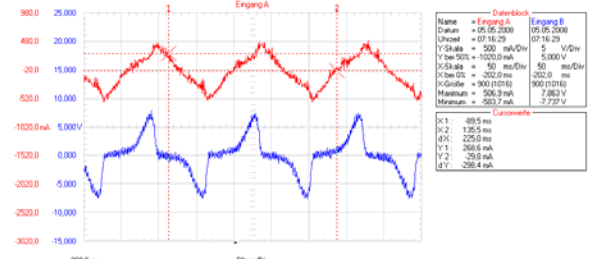
Bild 7b, wie 7 und 8, In der Grafik 7a.



Stromwandler-test-7b.bmp, wie 7a, jedoch 1k Ohm Bürde, A= Iprim, B= Usek an 1k Ohm

Auch mit 1 kOhm Bürde ok.

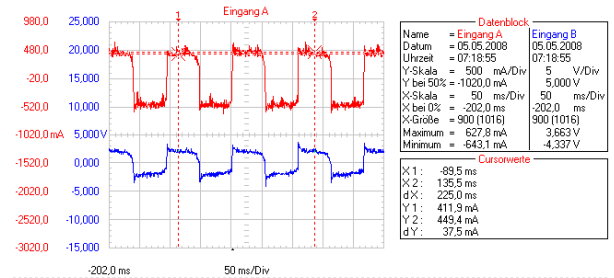
Bild 8a, mit kleinerer Frequenz als zuvor.



Stromwandler-test-8.bmp, wie 7 jedoch ohne Bürde. A=Iprim, B=Usek.

Die Ausgangsspannungszeitfläche ist wieder zu groß.

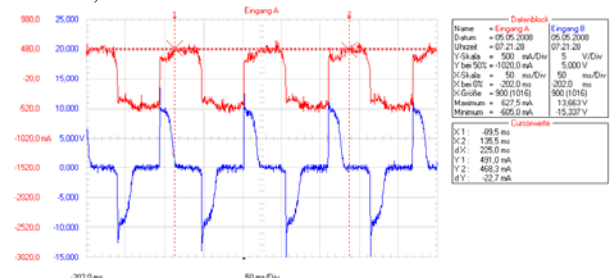
Bild 9, wie bei Bild 1, jedoch mit Rechteckigem Stromverlauf.



Stromwandler-test-9.bmp, wie 1 jedoch Rechteckstrom in Draht durch Wandlerloch, mit 1k Ohm Bürde, A= Iprim, B= Usek

Gute Übertragung, solange die Spannungszeitfläche nicht zu groß ist.

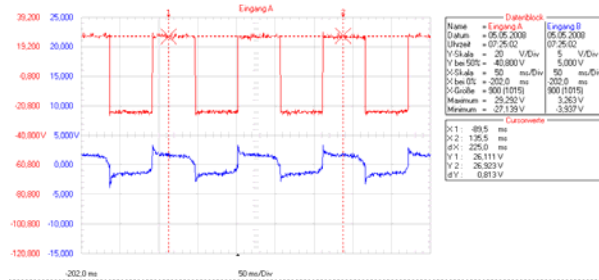
Bild 10, ohne BÜRDE:



Stromwandler-test-10.bmp, wie 9 jedoch ohne Bürde. A=Iprim, B=Usek. Sättigung.

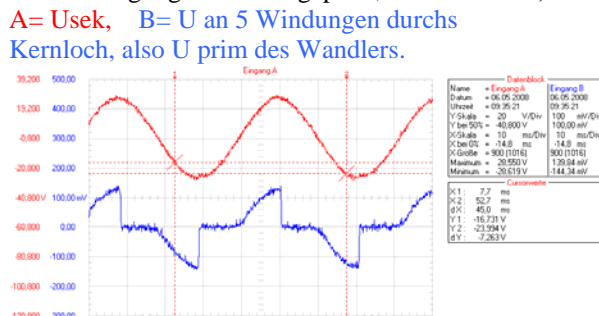
Die Spannungszeitfläche ist hier zu groß, weshalb ab dem ersten Drittel schon die Kernsättigung eintritt. Ab ca. 20 msec nach dem STROMANSTIEG, verschwindet die Ausgangsspannung wegen Sättigung.

Bild 11. Wie Bild 9 aber **A= nun die Spannung am Ausgang des Funktionsgenerators, nicht mehr der Strom in den Stromwandler hinein.**
B= Usek.



Stromwandler-test-11.bmp, wie 9, mit 1k ohm Bürde, jedoch A= Ufktgen., B= Usek.
 Alles ok.

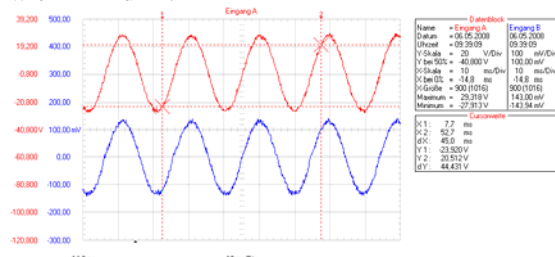
Bild 12, die Speise-Spannung liegt nun am Ausgang des Stromwandlers. (So werden diese auf Ihr Übertragungsverhalten geprüft, wie ein Trafo.)
A= Usek, B= U an 5 Windungen durchs Kernloch, also U prim des Wandlers.



Stromwandler-test-12.bmp, Stromwandler wie bei Bild 1, vom Ausgang her mit 20 Hz Sinus gespeist. A=Ufktgen. am Ausg.anschl., B= U an 5 Windungen durchs Kernloch. Alles Leerlauf. sehr scharf einsetzende Sättigung ab halber Spannungszeitfläche.

Sättigung ab der halben Spannungszeitfläche, weil Frequenz zu klein und damit die Spannungszeitfläche zu groß ist. (Pro Windung mit ca. 0,38mVsec, anstatt nur 0,2mVsec oder hier pro 1000 Windungen mit 380mVsec. Pro Windung sind nur 20mV bei 50 Hz zulässig bei diesem Wandler.) Das heißt aber auch, dass an der einen Windung primär 20mV abfallen im Primärkreis beim Maximalhub, der auch deshalb nicht ausgenutzt werden sollte.

Bild 13, Wie Bild 12, jedoch mit 50 Hz also doppelter Frequenz und halber Spannungszeitfläche wie im Bild 12.



Stromwandler-test-13.bmp, wie 12 aber mit 50 Hz gespeist, keine Sättigung g. 0 = 19,2V / 95mV/5 wind. = 1:1000.

Keine Sättigung mehr.

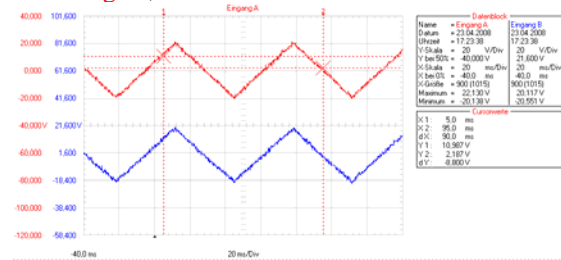
Fazit der Stromwandler Messung:

Damit auch die Dreiecksform gut übertragen wird, sollten bei diesem Wandler Ausgangsspannungen von mehr als 1 Volt Spitze bei 50 Hz vermieden werden.

Zum besseren Verständnis hier noch die Messungen an einem Ringkerntrafo, der den gleichen Kerntyp wie der Stromwandler hat und sich deshalb genauso verhält.

Bild 15: Dreieckspeisung auf 100VA Ringkerntrafo 230V zu 230V über 300 Ohm gespeist.

A= Ufktgen., B= Usek.

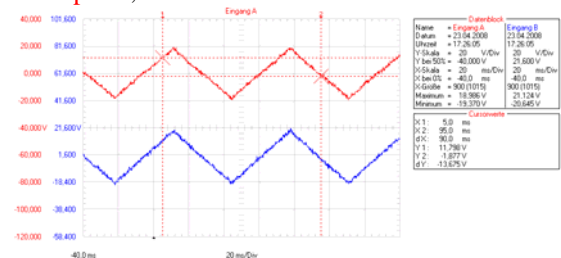


Trafoetest-fktgen-15.bmp, 100VA Rktr. 230 zu 230V, mit Dreiecksp. vor 300 ohm gespeist. U = U vor 300 Ohm, B= Usek. Ri prim = 23 Ohm

Der 100VA Trafo überträgt die SPANNUNG 1:1 solange er nicht in Sättigung geht.

Bild 16: Dreieckspeisung auf Ringkerntrafo über 300 Ohm gespeist.

A= Uprim., B= Usek.

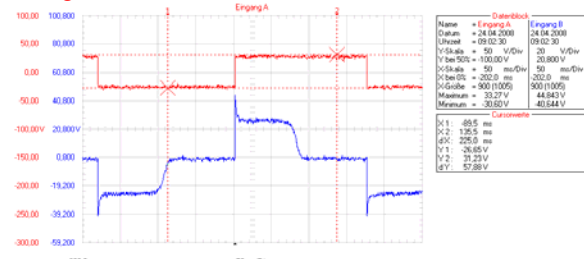


Trafoetest-fktgen-16.bmp, wie 15 jedoch A= Primspannung nach 300 ohm gemessen.

Der Trafo überträgt die SPANNUNG 1:1.

Bild 17: Rechteckspeisung mit zu geringer Frequenz auf Ringkerntrafo über 300 Ohm gespeist.

A= Ufktgen., B= Usek.



Trafoetest-fktgen-17.bmp, wie 15 jedoch mit Rechtecksp. zu kleiner Freq. an 100VA Rktr. 230 zu 230V, A= U vor 300 ohm Widst., B= Usek. Wenn Usek. einbricht ist die Sättig. erreicht.

Durch eine zu große Spannungszeitfläche, wenn die Spannungszeitfläche zum Aufmagnetisieren verbraucht ist bevor die Rechteckspannung zu Ende ist, geht der Kern in Sättigung.

Die Spannungsspitzen, können als Ausschaltspannungsspitze verstanden werden, weil der Sättigungsstrom erst abgebaut werden muss. (Rücklauf der pos. Magnetisierung auf der Hyst. Kurve von der pos. Sättigung bis zur max. pos. Remanenz. Siehe die Hysteresekurve unten.)

Bild 25:
Hysteresekurve
bei Ringkern-Trafos
luftspaltfrei deshalb hohe Remanenz

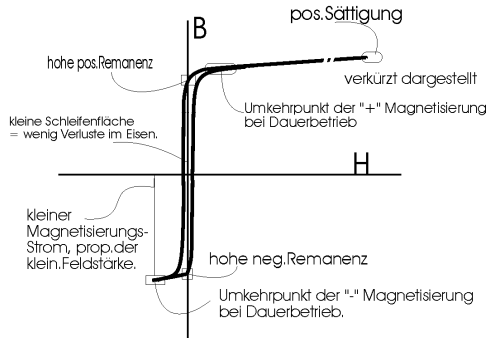
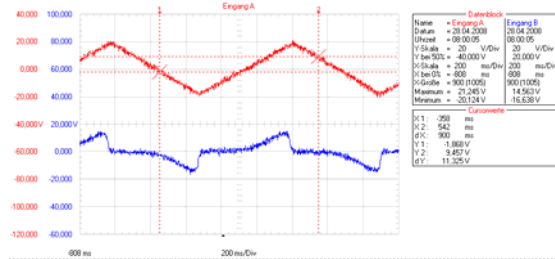


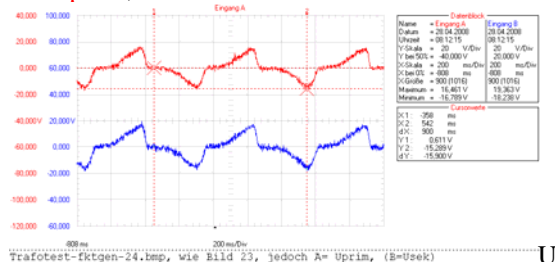
Bild 23: Dreieckspeisung auf Ringkerntrafo über 600 Ohm gespeist.
A= Ufktgen., B= Usek.



Trafotest-fktgen-23.bmp, 100VA Rktr. über 600 Ohm mit Dreieck von zu kleiner Freq. gespeist, A= Ufktgen, B= Usek.

Das Eisen geht ungefähr ab dem Spannungsscheitel in Sättigung, (Abfall von Usek.) weil die Spannungszeitfläche bis dahin alle Weisschen Bezirke schon umgepolt hat. Zu große Windungsspannungszeitfläche.

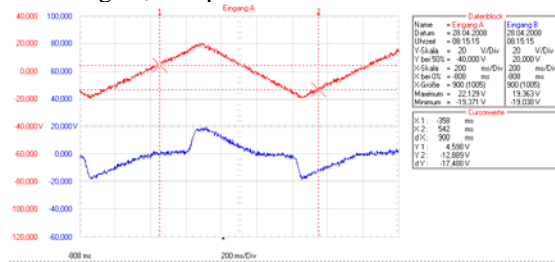
Bild 24: Dreieckspeisung von Ringkerntrafo über 600 Ohm gespeist.
A= Uprim., B= Usek.



Trafotest-fktgen-24.bmp, wie Bild 23, jedoch A= Uprim., (B=Usek)

Uprim., nach dem 600 Ohm Widerstand und Usek. sind gleich

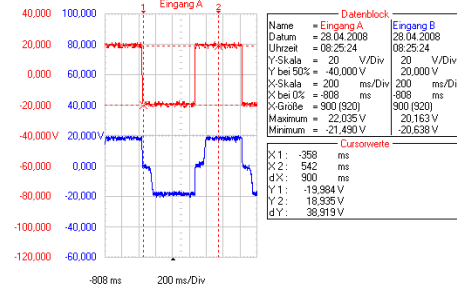
Bild 25, Dreieckspeisung auf Ringkerntrafo über 600 Ohm gespeist.
A= Ufktgen., B= Iprim.



Trafotest-fktgen-25.bmp, wie Bild 23, jedoch B= Iprim., (U an 600 ohm)

Das Eisen geht ungefähr ab dem Spannungsscheitel in Sättigung, (Anstieg von Iprim.) weil die Spannungszeitfläche bis dahin alle Weisschen Bezirke schon umgepolt hat.

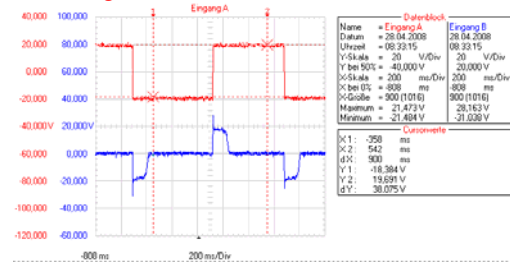
Bild 26, Rechteckspeisung auf Ringkerntrafo über 600 Ohm gespeist.
A= Ufktgen., B= Iprim.



Trafotest-fktgen-26.bmp, wie Bild 25, jedoch Rechteckspannung über 600 Ohm eingespeist

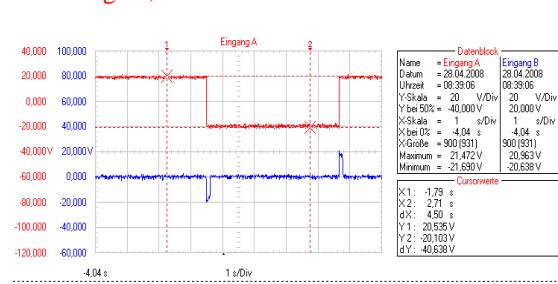
Der Trafo geht kurz nach dem Spannungsanstieg in Sättigung, erkennbar am Strom der gleich dem Spannungsabfall am Vorwiderstand ist.

Bild 27, Rechteckspeisung mit geringer Frequenz auf Ringkerntrafo über 600 Ohm gespeist.
A= Ufktgen., B= Usek.



Der Trafo geht kurz nach dem Spannungsanstieg in Sättigung. Usek bricht nach kurzer Zeit zusammen.

Bild 28, Rechteckspeisung mit sehr geringer Frequenz auf Ringkerntrafo über 600 Ohm gespeist.
A= Ufktgen., B= Usek.



Trafotest-fktgen-28.bmp wie Bild 27 jedoch noch kleinere Freq.

Viel zu große treibende Spannungszeitfläche, vor dem Widerstand.

Der Trafo geht im Verhältnis zur Signaldauer noch früher in Sättigung. Aber er differenziert natürlich nicht, wie das manche Zeitgenossen irrtümlicherweise behaupten.

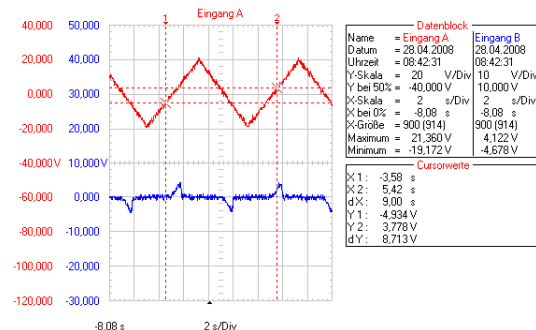
Würde auf Kanal A nicht die Spannung vor dem Einspeisewiderstand, sondern die viel früher zu Null gehende Spannung an der Primärwicklung aufgezeichnet, dann sähe diese Primärspannung ganz genauso wie die Sekundärspannung aus, weil der Trafo in dieser Anordnung mit dem Strombegrenzungswiderstand Spannungen vom Eingang immer 1 zu 1 überträgt. Weil ab der

Sättigung aber die ganze Spannung des Funktionsgenerators am Vorwiderstand abfällt sieht der Trafo nur die Spannung am Eingang die auch am Ausgang zu sehen ist.

Nur die Spannungszeitflächen erklären das Verhalten. Der Trafo differenziert niemals.

Bild 29, Dreieckspeisung mit sehr geringer Frequenz auf Ringkerntrafo über 600 Ohm gespeist.

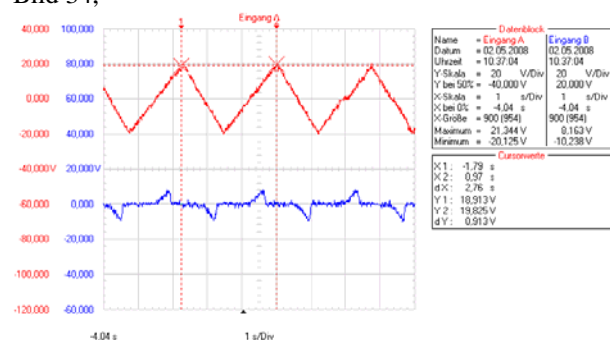
A= Ufktgen., B= Usek.



Trafotest-fktgen-29.bmp, wie Bild 27, jedoch mit Dreiecksignal noch kleinerer Freq. Nur Spann.Zeitfl. erklären Verhalten. Kein Differenzieren des Trafos.

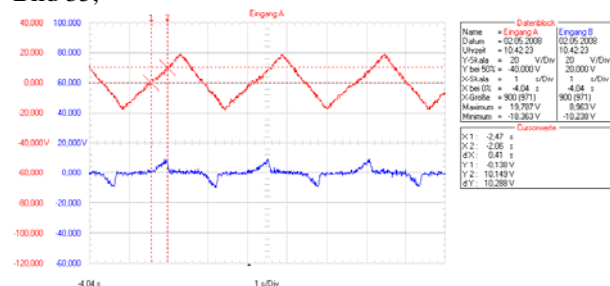
Kurz nach dem Beginn der gegenpoligen Spannungszeitfläche geht Trafo in Sättigung, weshalb das Sekundärspulen Signal verschwindet. Das hat aber nichts mit dem Differenzieren des Trafos zu tun, wie mancher Zeitgenosse annimmt, sondern sieht bei dieser Konstellation nur scheinbar so aus.

Bild 34,



Trafotest-fktgen-34.bmp, 100VA Ringkerntrafo, mit Dreieckspannung mit zu kleiner Frequenz über einen 600 Ohm Vorwiderstand gespeist. A= U vor dem Vorwiderstand, B= U prim. Uprim siehe Bild 35. Hier wird nicht differenziert sondern, der Trafo geht in Sättigung.

Bild 35,



Trafotest-fktgen-35.bmp, 100VA Ringkerntrafo mit Dreieckspannung zu kleiner Frequenz über einen 600 Ohm Vorwiderstand gespeist. A= U vor dem Vorwiderstand, B= U prim. 0,41 sec. nach dem Anstieg der pos. Halbwelle geht der Trafo bei 10,3 V in Sättigung. Das sind 2,11 Voltsekunden Spannungszeitfläche. Bei 230V 50Hz Betrieb, wofür der Trafo ausgelegt ist, sind es 2 Voltsekunden für eine Sinushalbwelle.

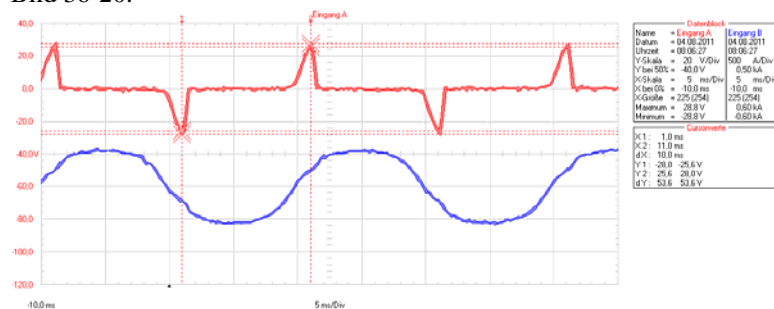
Fazit: Weil der Magnetfluss Φ im Eisenkern, gemessen in Vsec., (Volt mal Sekunde), eine Flussdichte von 2 Tesla, (0,0002 Voltsekunden pro qcm der Kernquerschnittsfläche) wegen Sättigung nicht übersteigen darf, ist die Windungsspannung, Spannungs-(abfall) an einer Windung, stark vom Eisenkernquerschnitt abhängig. Am gemessenen Stromwandler ZKB 465-501 ist das nur eine Nenn Windungsspannung von 13 mV bei 50 Hz, laut dessen Datenblatt, 20mV sind gerade noch verträglich, aber mit beginnender Verzerrung begleitet. An einem 300VA Ringkerntrafo sind das schon 0,3Volt, weil dessen Kernquerschnitt entsprechend größer ist. Mit dem Kriterium: **Spannungszeitfläche für eine Windung** lässt sich damit jeder Trafo sicher dimensionieren und auf Übertragungstreue oder Sättigungsneigung bei Übersteuerung beurteilen. Gemessen und verfasst von EMEKO Ing. Büro, M.Konstanzer, am 24.und 28.04.08, am 5.5.2008.

Die Diskussion zum Stromwandler im Wikipedia hat mich veranlaßt einen herkömmlichen Stromwandler zu vermessen. Besonderes Augenmerk habe ich darauf gelenkt, ob der Wandler bei offenen Klemmen, also ohne Bürde, gefährliche Ausgangsspannungen erzeugen kann und wie seine Übertragungstreue ist. Siehe die folgenden Grafiken.

Messungen an einem älteren Ritz Stromwandler, KSO74, 7,5VA, 200/5A. Thermischer max. Strom 60 mal In. $R_{i\text{cu}} = 40\text{ m}\Omega$ gemessen mit DC an Spule.

Messaufbau: Netz, Stelltrafo 1kVA, 1kVA Trafo 230 zu 15V, auf Kabel durch Stromwandler im Kurzschluß zu der 15V Trafo Wicklung. Der Wandler hat eine aus den Messungen errechnete maximale Windungsspannung von 0,12V für eine Sättigungsfreie Übertragung.

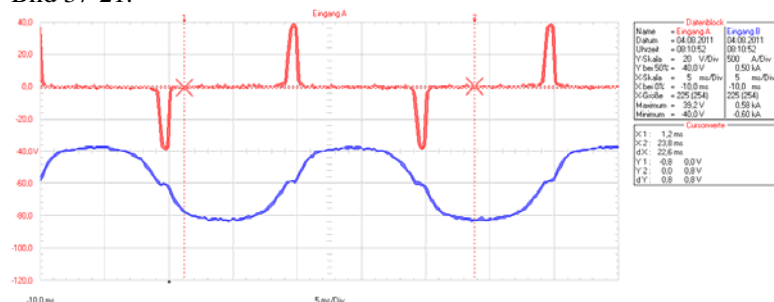
Bild 36-20.



Stromwandlertest-20.bmp Ritz KSO74, 7,5VA,200/5A, mit 5 Ohm Bürde
A=Usek.= max. 28Vpeak, B= Iprim = 436A begrenzt in Max.

Die Bürde ist zu hochohmig für den Primärstrom, die Spannungszeitfläche am Wickel ist zu groß.

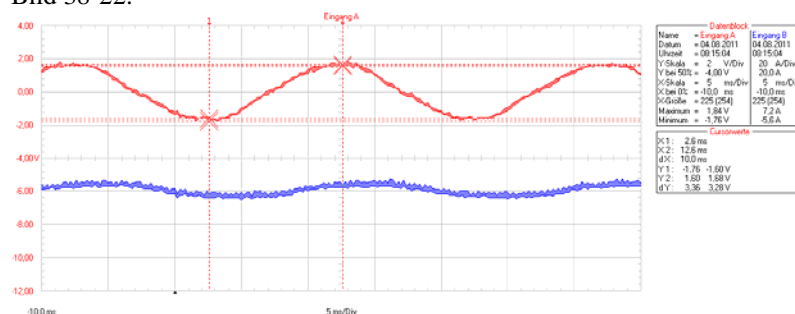
Bild 37-21.



Stromwandlertest-21.bmp, Ritz KSO74, 7,5VA, 200/5A, ohne Bürde,
A= Usek. max.40Vpeak, B= Iprim = 443Aeff im max. begrenzt.

Die Spannung ist auch ohne Bürde nur 40V peak hoch, also ungefährlich, trotz doppeltem Nennstrom am Eingang. Das ergibt nur einen Steilheitsfaktor von ca. 8 zu der max. Spannung von 4,8V peak für unverzerrte Übertragung.

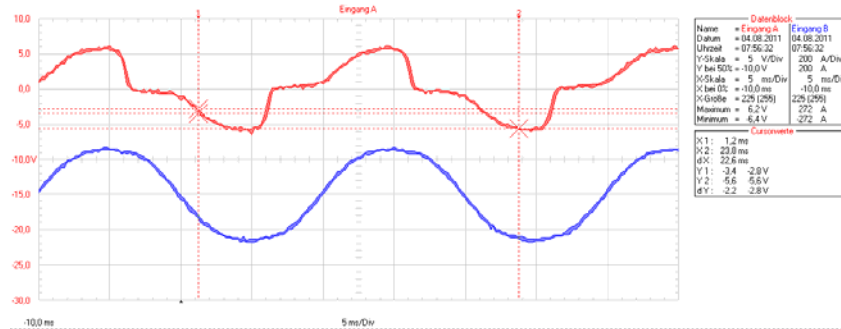
Bild 38-22.



Stromwandlertest-22.bmp, Ritz KSO74, 7,5VA, 200/5A, ohne Bürde,
A= Usek. gerade noch unverzerrt, B= Iprim. = 2,6A = größtr Strom ohne Bürde für unverzerrte Übertragung

Gerade noch eine unverfälschte Übertragung ohne Bürde bei 2,6Aeff Nennstrom.

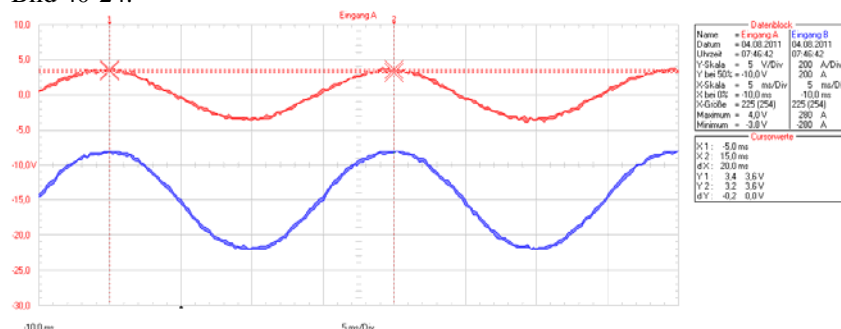
Bild 39-23.



Stromwandlertest-23.bmp, Ritz KSO74, 7,5VA, 200/5A mit 0,7 ohm Bürde
 A= Usek an Bürde, B= Iprim = 192A, mit Begrenz. v.Usek., Bürde ist zu
 hochohmig

Nennstrom jedoch ist Bürde zu hochohmig. Noch keine Rückwirkung auf Primärstrom.

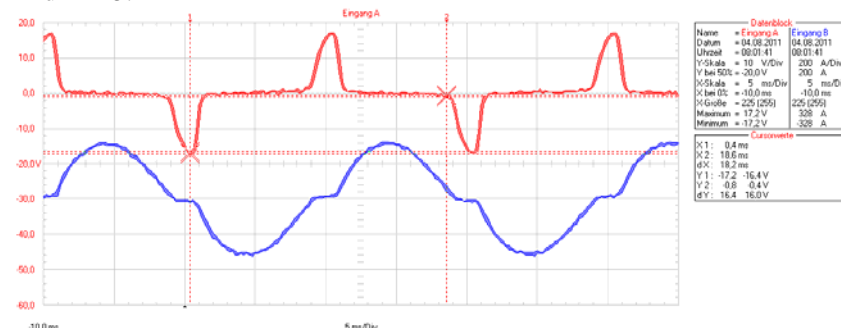
Bild 40-24.



Stromwandlertest-24.bmp, Ritz KSO74, 7,5VA, 200/5A, mit 0,6 Ohm Bürde
 A= Uausg an Bürde, B= Iprim=197Aeff, Verzerr. bei >Bürdenwid.std.

Nennstrom, noch keine Verzerrung bei 0,6 Ohm Bürde.

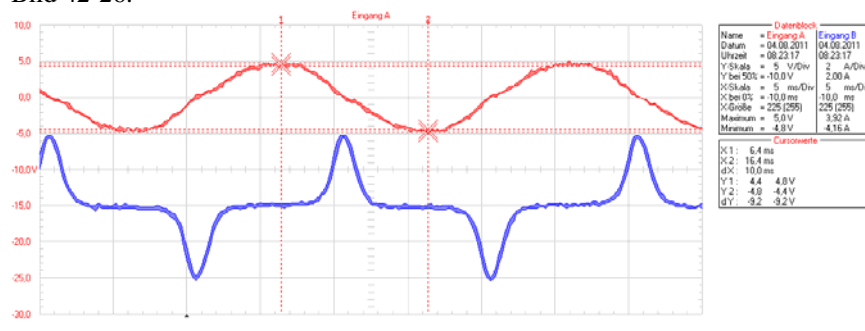
Bild 41-25.



Stromwandlertest-25.bmp, Ritz KSO74, 7,5VA, 200/5A, ohne Bürde
 A= U sek. B= Iprim = 207Aeff

Nennstrom ohne Bürde. Rückwirkung auf den Primärstrom wenn zu hochohmige Bürde.

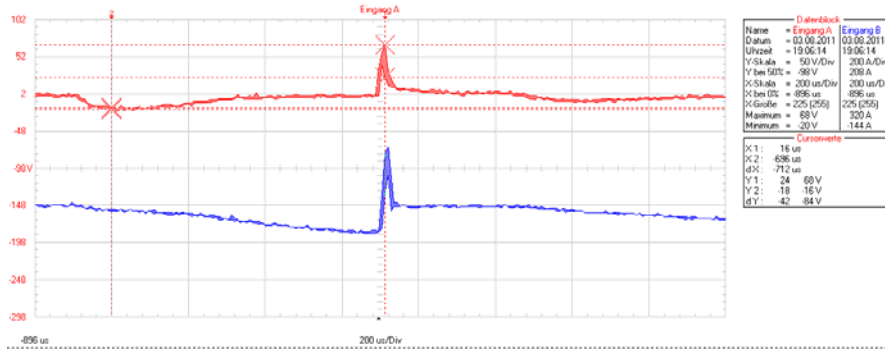
Bild 42-26.



Stromwandlertest-26.bmp, Ritz KSO74, 7,5VA, 200/5A, A= Uan offene Klemme
 n gespeist, B= Strom in die Klemmen hinein kurz vor Sättigung.

Noch keine Verzerrung weil die von außen eingepreßte Spannungszeitfläche zu klein ist.

Bild 43-27.

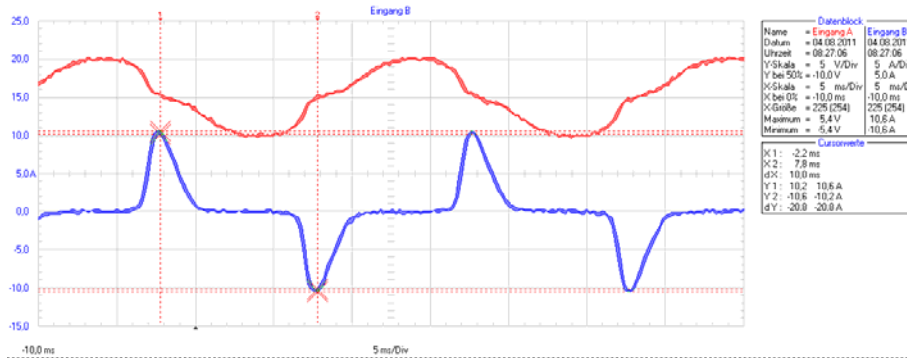


Stromwandlertest-27.bmp, Ritz KSO74, 7,5VA, 200/5A,

A= U sek. bei offene Klemmen, B= UPrim impulsartig ausgeschaltet im Strom max., Maximaler Wert Usek = 68Vpeak nach vielen Versuchen bei $I = 230A_{eff}$, Beim Einschalten keine Überspannungen messbar

Überspannungen mit max. 68V peak am Wandler entstehen nur wenn der Primärstrom am dicken Kabel zum abreißen gebracht wird, wobei auch ein Abreißfunken am Stromkabelschuh entsteht.

Bild 44-28.

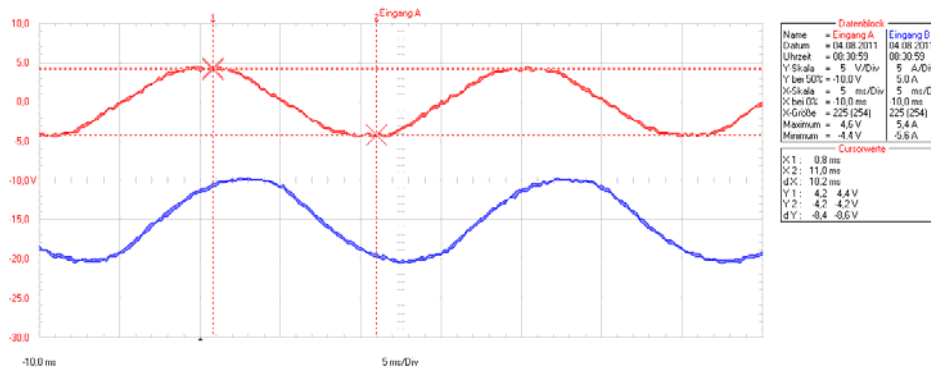


Stromwandlertest-28.bmp, Ritz KSO74, 7,5VA, 200/5A, wie 27 nur höhere Spannung an A. An A Rückwirkung zu sehen.

Korrektur, es muß heißen wie Bild 26, nicht wie 27. Wandler wird gesättigt.

A= Uan Klemmen eingespeist. B = Strom in die Klemmen hinein.

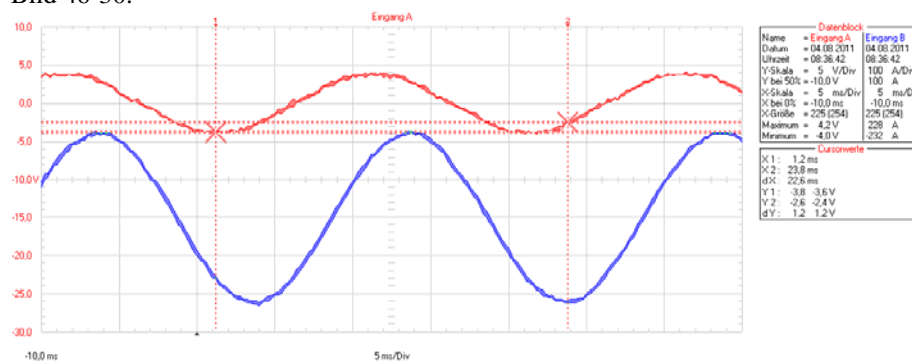
Bild 45-29.



Sgromwandlertest-29.bmp, Ritz KSO74, 7,5VA, 200/5A, mit Kurzschlusskabel durch Wandlerloch. -26 und -28 war ohne Kurzschlusskabel. A = Uan offen en Klemmen eingespeist., B= I in Klemmen hinein.

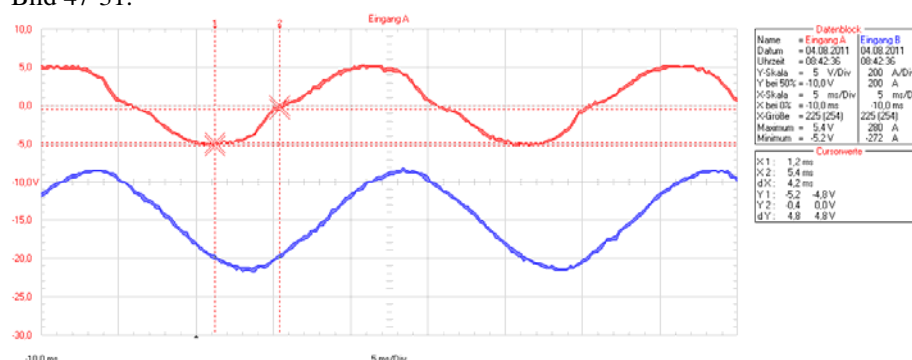
3,8 A eff in Klemmen hinein bei Nennbetrieb der bis max. bis 4,8V an den Klemmen reicht, bei Kurzschlusskabel durch Wandlerkernloch.

Bild 46-30.



Stromwandlertest-30.bmp, Ritz KSO74, 7,5VA, 200/5A, wie 29 jedoch B= Strom in Kurzschlusskabel= 156Aeff. A = U an Klemmen eingespeist.
A = U an Klemmen eingespeist, mit Strom B in Kurzschlusskabel.

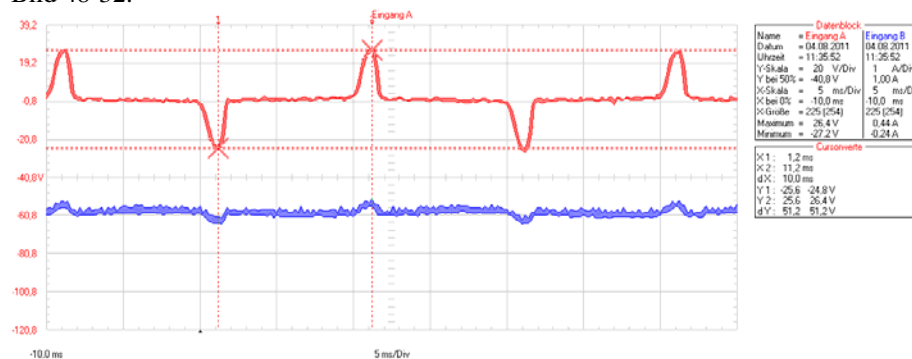
Bild 47-31.



Stromwandlertest-31.bmp, Ritz KSO74, 7,5VA, 200/5A, wie 30, B= Strom in Kurzschl. kabel, jedoch bei Höherer Spannung eingespeist an Klemmen A= U eingesp. Rückwirkung an A wegen Sättigung.

Auch diese Tests am Ritz Wandler zeigen: Nur die Spannungszeitfläche ist das unabhängige Kriterium zur Beurteilung der Stromübertragung.

Bild 48-32.



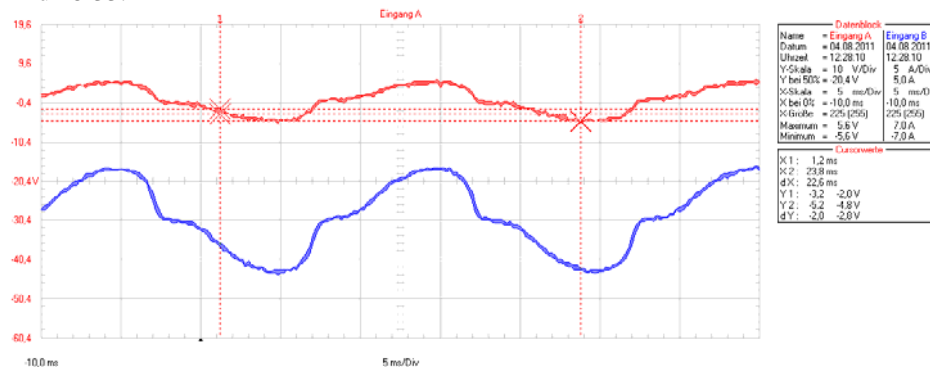
Stromwandlertest-32.bmp, Ritz KSO74, Leistungsmessung an dem Wickel bei $I_{prim} = ca. 200A$

A= Spannung am Wickel, Klemmen.

B= Strom im Wickel bei 100 Ohm Bürde, = 0,05Aeff. Leistung mit Fluke 192 gemessen=0,2W an Bürde.

Bei Nennstrom und einer 100 Ohm Bürde wird mit 0,2 Watt nur eine geringe Leistung vom Wandler angegeben. Die Verlustwirkleistung am Kupfer der Wicklung im Wandler beträgt dabei weniger als 1 mWatt.

Bild 48-33.



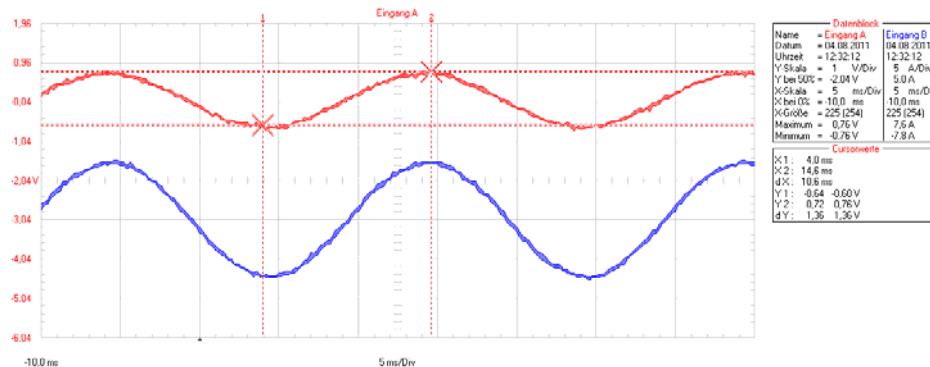
Stromwandlertest-33.bmp, Ritz KSO74, Leistungsmessung an dem Wickel bei ca. 200A Primärstrom.

A= Spannung am Wickel, Klemmen.

B= Strom in den Wickel bei ca. 1 Ohm Bürde, = 4,42Aeff. Leistung mit Fluke 192 gemessen = 14W an Bürde.

Bei Nennstrom und einer 1 Ohm Bürde wird mit 14Watt die Max. Leistung vom Wandler abgegeben. Die Verlustwirkleistung am Kupfer der Wicklung im Wandler beträgt dabei 0,78 Watt.

Bild 49-34.



Stromwandlertest-34.bmp, Ritz KSO74, Leistungsmessung am Wickel bei I prim von ca. 200Aeff.

A= Spannung an der Bürde, Klemmen,

B= Strom in den Wickel bei ca. 0,2 Ohm Bürde = 5,19Aeff. Leistung an Wickelausgang mit Fluke 192 gemessen = 2,3W.

Bei Nennstrom und einer 0,2 Ohm Bürde wird mit 2,3Watt deutlich weniger Leistung vom Wandler abgegeben als zuvor.

Im Wandler selbst entsteht am Kupfer-Ri von ca. 0,040 Ohm beim nun höchsten Wandlerausgangsstrom von 5,2Aeff. die höchste Verlustleistung von 1,1W.

Eine Leistungsbilanzmessung von der Primärseite her ergibt zwischen der Betriebsart mit offener Bürde und kurzgeschlossenen Klemmen einen Unterschied von 1 W, der bei Kurzschlussbetrieb höher ist als bei offenen Klemmen.

Korrigiert am 22.05.09, am 05.12.2010 und am 04.08.2011. Ergänzt um die Messungen an einem Ritz Stromwandler, am 04.08.2011. Michael Konstanzer, EMEKO Ing. Büro 79114 Freiburg