

Bild 21 Hystereseschleife mit Neukurve

$$P_{\text{Losses, Hysteresis}} \sim f$$

Physical model of a transformer

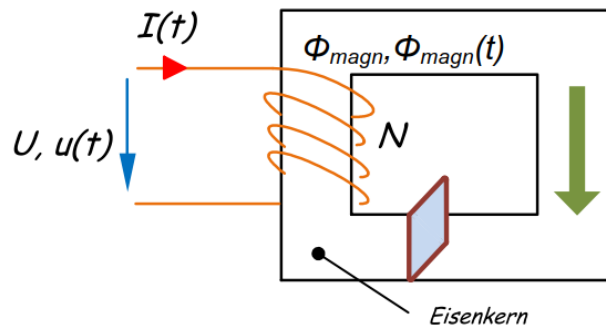


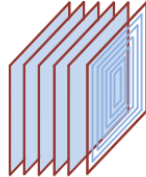
Bild 18 Anordnung zur Beschreibung der Wirbelstrom- und Hystereseverluste

## Zu den Wirbelstromverlusten

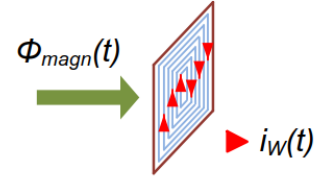
Der Eisenkern möge fiktiv aus vielen voneinander isolierten Blechen gemäß der Bilder XYZ, Bild Xa, Bild Xb aufgebaut sein, die in Richtung des magnetischen Flusses zeigen. Jedes der Bleche soll wiederum aus ineinander liegenden Eisenwindungen nach Bild Xc bestehen. Damit besteht das Eisen aus vielen kurzgeschlossenen Eisen-drahtwindungen, deren Wickelsinn analog den äußeren Kupferwindungen ist. Der magnetische Eisenfluss wird nun durch diese Wicklungen geleitet und induziert in den Wicklungen Spannungen, die Ströme = Wirbelströme  $i_W(t)$  (Bild Xc) zur Folge haben.



**Bild 19a** Eine fiktive Querschnitts-scheibe oder Blechplatten aus Bild y

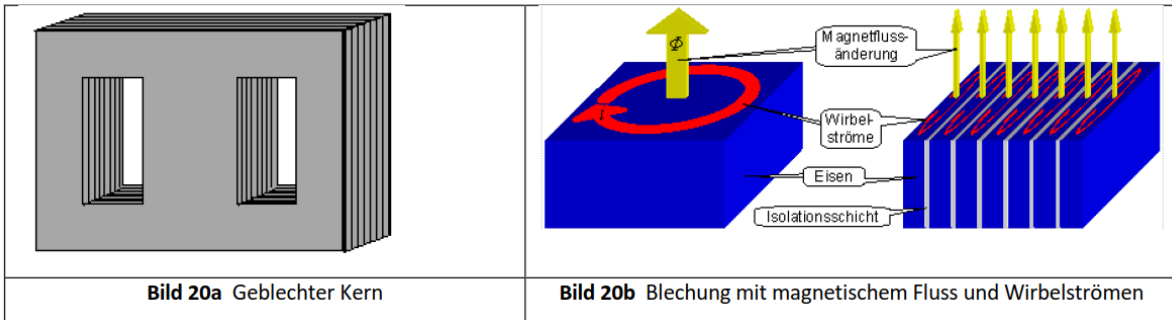


**Bild 19b** Kernaufbau durch viele fiktive Blechplatten



**Bild 19c** Fiktiver Aufbau einer Blechplatte aus Eisenwindungen

In der Realität wird das Eisen in Transformatoren und Motoren, das von einem magnetischen Wechselfluss durchflossen wird, in der Weise der folgenden Bilder geblecht, um Wirbelstromverluste zu vermindern.



Durch eine Unterteilung der Eisenfläche in elektrisch voneinander isolierte Bleche wird in den einzelnen Elementen durch die geringere Fläche weniger Spannung induziert und der ohmsche Widerstand für den Wirbelstrom wird grösser. Durch diese Aufteilung des Eisens in gestapelte und isolierte Bleche (Lamellierung) werden die Wirbelstromverluste stark reduziert.

Aufwändige Rechnungen zeigen folgende Abhängigkeit der Wirbelstromverluste von der Blechdicke  $d$  und der Frequenz  $f$ .

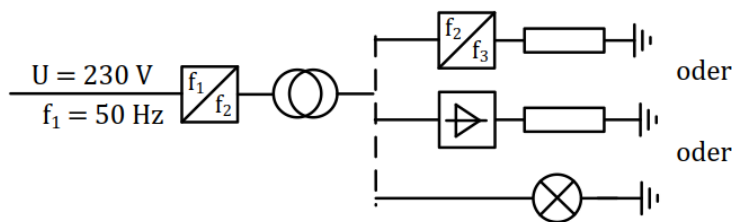
$$P_{VW} \sim d^2 \cdot f^2 \quad (14)$$

**P(Losses, Eddy Current) ~ f<sup>2</sup> \* thickness<sup>2</sup>**

## "Electronic transformer"

$$S \sim V_1 f_1 = V_2 f_2 = \text{constant}$$

Das folgende Blockschaltbild zeigt das Prinzip mit drei verschiedenen Möglichkeiten von Lasten.



**Bild 23** Übersicht elektronischer Trafo