Ist die Qualität von Reproduktionen meßbar?

Scheuter, Karl R.

(1972)

DOI (TUprints): https://doi.org/10.25534/tuprints-00014107

Publication type: Article

Division: 16 Department of Mechanical Engineering

16 Department of Mechanical Engineering

Original source: https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/14107

Sonderdruck aus DRUCK PRINT 9/1972, Seite 587 bis 596

K. R. Scheuter

Ist die Qualität von Reproduktionen meßbar?

Vortrag, gehalten anläßlich des Unternehmerseminars des Fachverbandes Reproduktionstechnik am 29./30. Okt. 1971.

Ist die Qualität von Reproduktionen meßbar?

K. R. Scheuter*

Druckverfahren haben die Aufgabe, Nachrichten zu übertragen. Sie sind Systeme der Nachrichtenübertragung und unterliegen deren Grundgesetzen. Der Aufbau solcher Systeme ist denn auch immer derselbe (Bild 1). Von einem Sender geht eine Nachricht oder Information aus. Damit diese im Übertragungssystem, dem Kanal, zum Empfänger geleitet werden kann, muß sie codiert, also in eine physikalische Form gebracht werden, die für die Übertragung besonders geeignet ist. Der Empfänger seinerseits muß die Information wieder decodieren, also von einem physikalischen Zustand wieder in einen immateriellen Zustand, d. h. einen Gedanken, übertragen.

Analysiert man den Kanal, dann stellt man fest, daß die Information während des Übertragungsprozesses laufend von einem Träger an einen nächsten übergeben wird (Bild 2). Dabei treten auch Umcodierungen auf. So ergibt z. B. die photographische Übertragung eines Positivs ein Negativ, dessen helle Stellen den dunklen Stellen des Positivs entsprechen. Zwischen den Dichten des Positivs und den zugeordneten Dichten des Negativs muß ein eindeutiger und umkehrbarer Zusammenhang bestehen. Nur dann kann durch nochmaliges Umkopieren überhaupt ein Positiv entstehen, das dem ursprünglichen Positiv gleich ist. Dabei ist beim Umcodieren vom Negativ auf das Positiv selbstverständlich wieder ein eindeutiger und umkehrbarer Zusammenhang zwischen den Dichten zwingende Voraussetzung. Die beiden Codes (Positiv → Negativ und Negativ → Positiv) selbst müssen sich zudem eindeutig zugeordnet sein, also miteinander in einer quantitativen Beziehung – hier gegeben durch das Goldbergsche Gesetz – stehen.

In der Praxis zeigt sich nun, daß bei der Informationsübertragung von einem Träger auf einen anderen Träger Fehler entstehen können, und zwar auch dann, wenn der Code nicht geändert wird. Will man diesem Fehler auf die Spur kommen, ist es sinnvoll, den Kanal in Einzelelemente zu unterteilen, die durch einen Trägerwechsel gekennzeichnet sind.

Bei weiterer Betrachtung stellt man fest, daß zudem Vorgänge existieren, z. B. Entwicklungsvorgänge, bei denen kein Trägerwechsel auftritt. Diesen Vorgängen werden Kanalelemente ohne Trägerwechsel zugeordnet, weil auch hier Übertragungsfehler entstehen können.

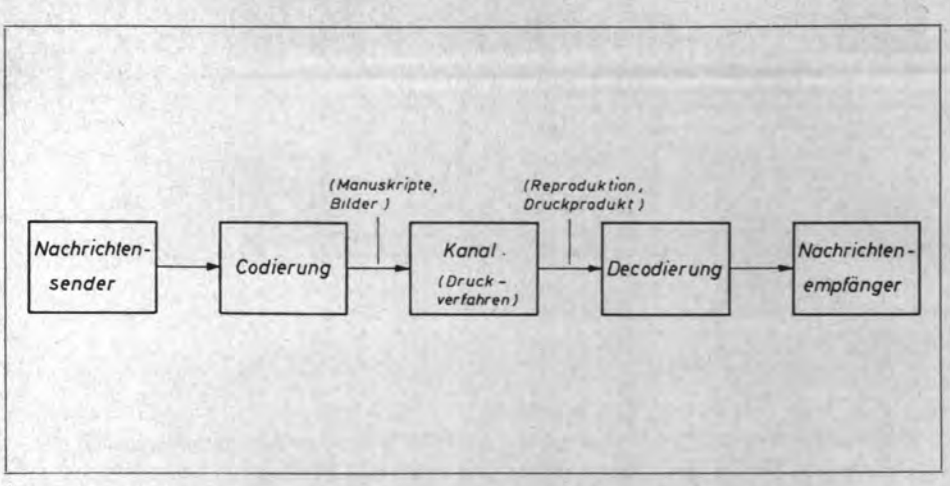
Einzelne Kanalelemente oder Gruppen zusammenhängender Kanalelemente sind selbst wieder Kanäle. Qualitätskriterien, die für das ganze Druckverfahren gelten, lassen sich deshalb sinnvoll auf jedes einzelne Kanalelement oder auf jede Gruppe von Kanalelementen gleichermaßen anwenden. Der Begriff „Vorlage" bezieht sich also nicht ausschließlich auf das zu reproduzierende Original, sondern genausogut auf ein tonwertrichtiges Negativ, das am Eingang einer Gruppe von Kanalelementen steht und die zu übertragende Information liefert. Entsprechend ist unter dem Begriff „Reproduktion" nicht nur das fertige Druckprodukt zu verstehen, sondern jedes Zwischenprodukt, das eine betrachtete Gruppe von Kanalelementen verläßt.

Von einem brauchbaren Kanal verlangen wir, daß er die in der Vorlage enthaltene Information möglichst fehlerfrei, d. h. möglichst ohne Verlust (Äquivokation) und ohne Störung (Irrelevanz), in die Reproduktion überträgt. Um zu beurteilen, wieweit der Kanal diese Bedingungen erfüllt, benötigen wir ein Maß für die Information. Ist dieses Maß bekannt, dann kann grundsätzlich die Information gemessen werden. Es muß dann schließlich durch Vergleich der Reproduktion mit der Vorlage möglich sein, die Güte der Reproduktion zahlenmäßig festzulegen.

Das Maß für die Information wurde 1948 von C. E. Shannon definiert. Bei dessen Herleitung ging er im wesentlichen davon aus, daß der Nachrichtenempfänger Ereignisse aufnimmt. Er erkannte, daß häufig auftretende Ereignisse eine geringe Information bieten und daß umgekehrt seltenere, also mit geringer Häufigkeit $p(x_i)$ auftretende, Ereignisse x_i einen großen Infor-

---

* Professor Dipl.-Ing. Karl R. Scheuter, Direktor des Instituts für Druckmaschinen und Druckverfahren der Technischen Hochschule Darmstadt, 61 Darmstadt, Alexanderstr. 22.



1

1 Grundaufbau eines Systems der Nachrichtenübertragung

2 Drucktechnische Reproduktion eines unbunten Bildes

mationswert ergeben. Der Kehrwert der Häufigkeit, also $1/p(x_i)$, ist als Maß der Seltenheit der Ereignisse für die Information bestimmend. Dazu gesellt sich die Bedingung, daß die Information von mehreren Ereignissen gleich der Summe der Information jedes einzelnen Ereignisses sein muß. Diese beiden Hauptbedingungen führen zur Definitionsgleichung der Information. Sie lautet:

$$H_{ges} = N \cdot \sum_i p(x_i) \cdot \mathrm{ld} \frac{1}{p(x_i)}$$

In dieser Gleichung bedeutet N die Gesamtzahl der Ereignisse, die zusammen den Ereignisraum, d. h. eine Nachricht, bilden. Im Falle der Drucktechnik entspricht ihr die Anzahl der vom Auge gerade noch auflösbaren Elementarflächen eines Bildes. Für den normalen Betrachtungsabstand weisen sie eine Ausdehnung von ca. $^1/_{100}$ mm² auf. Für ein Bild von 100 cm² ergibt sich demzufolge N = 1 000 000.

Das Zeichen x_i ist die Kennzeichnung der unterscheidbaren Ereignisse. In unserem Falle sind sie gegeben durch die vom Auge unterscheidbaren Farbreize bzw. Dichtestufen. Die Ereignisse x_i treten in der Definitionsgleichung der Information nur als Vorschrift für die Berechnung der Größe $p(x_i)$ auf. Sie gehen also selbst nicht in die Rechnung ein.

Die Größe $p(x_i)$ ist die relative Häufigkeit der Ereignisse x_i. Sie wird bestimmt, indem jeweils die Auftretenshäufigkeit aller als gleich empfundener Ereignisse ausgezählt und an der Gesamtzahl N gemessen wird.

Das Zeichen ld steht für Logarithmus Dualis, d. h. Logarithmus zur Basis 2. Das Summenzeichen $\sum_i$ bedeutet, daß die Produkte aus der relativen Häufigkeit und des Logarithmus ihres Kehrwertes für alle unterscheidbaren Ereignisse x_i summiert werden müssen. Durch Multiplikation dieser Summe mit der Gesamtzahl der Ereignisse N ergibt sich die Information in der Maßeinheit „bit".

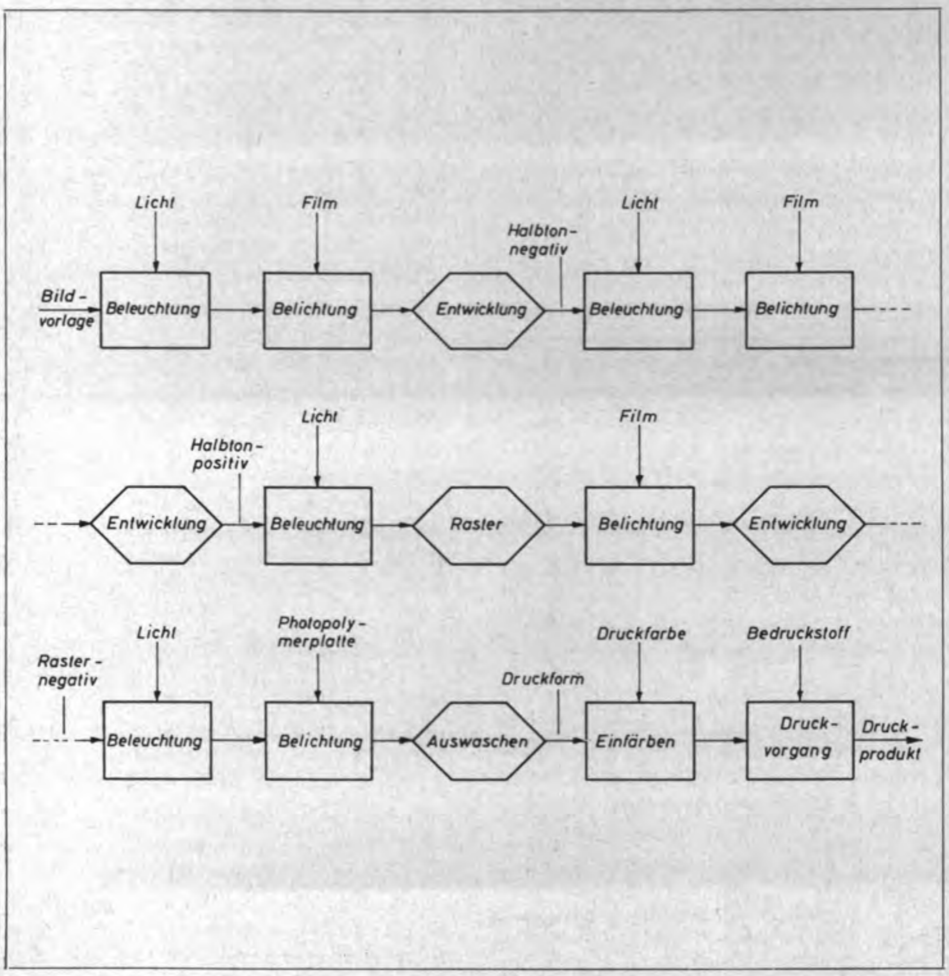
Da N im allgemeinen eine sehr große Zahl ist, bildet man üblicherweise den Mittelwert der Information, nämlich

$$H = \frac{H_{ges}}{N} = \sum_i p(x_i) \cdot \mathrm{ld} \frac{1}{p(x_i)} \quad \text{[bit/Bildelement].}$$

Das nachfolgende – konstruierte – Beispiel [Lit. 4, Lit. 8] soll die Berechnung der Information erläutern. Bild 3 zeigt die Vergrößerung des Bildes eines Männerkopfes, das man sich im 100er Raster gedruckt vorstellen muß. Die Bildgröße beträgt ursprünglich 1,8 mm x 2,5 mm. Die Vergrößerung wird mit einem Netz überdeckt, dessen Maschenweite im Originalbild dem Auflösungsvermögen des Auges entspricht. Es entstehen so 540 Bildelemente. Betrachtet man die Vergrößerung genauer, dann stellt man fest, daß acht Dichtestufen, gekennzeichnet durch die Rasterpunktgröße, auftreten. Diese Dichtestufen sind die unterscheidbaren Ereignisse x_i. Um sie leichter auszählen zu können, werden sie numeriert. Dabei entspricht dem Ereignis x = 0 die Dichte D = 0 und dem Ereignis x = 7 schließlich die volle Schwärzung der Elementarfläche. Bild 4 zeigt das Netz, in dem nun die Ereignisse zahlenmäßig eingetragen sind. In Bild 5 ist die rechnerische Auswertung dargestellt. Die Gesamtinformation des Bildchens beträgt schließlich

$$H_{ges} = N \cdot H = 1\,363 \text{ [bit]}$$

2



Der Einfachheit halber wurde für das Beispiel ein Bild gewählt, dessen Rasterlinienweite mit dem Auflösungsvermögen des Auges übereinstimmt. Im allgemeinen ist dies selbstverständlich nicht der Fall, so daß das Liniennetz, das dem Auflösungsvermögen des Auges entspricht, einzelne Rasterpunkte anschneidet. In diesem Falle werden als Ereignisse x_i besser die unterscheidbaren Dichten der Elementarflächen gewählt.

In gleicher Weise kann die zur Reproduktion gehörige Vorlage behandelt werden. Da in der Gleichung für die Information H_{ges} die Anzahl N der vom Auge gerade noch auflösbaren Elementarflächen sehr maßgeblich für die Größe der Information ist, schließen wir sofort, daß die Bildflächen von Vorlage und Reproduktion gleich sein müssen, wenn wir beide sinnvoll miteinander vergleichen wollen. Ist die Vorlage kleiner als die Reproduktion, dann ist ihre Information bei fehlerfreier Übertragung immer kleiner als die Information der Reproduktion. Mit anderen Worten: Wir erkennen auf einer Vergrößerung Details, die in der Vorlage wegen des begrenzten Auflösungsvermögens des Auges nicht sichtbar, wenn auch vorhanden sind. Daraus folgt unmittelbar, daß wir auch nicht in der Lage sind, Vorlagen und Reproduktionen ungleicher Größe rein visuell korrekt zu vergleichen.

Aus dem Beispiel kann man zudem ableiten, daß ein Positiv und ein tonwertrichtiges Negativ dieselbe Information ergeben. Wir können nämlich ohne weiteres aus der Zahlenmatrix Bild 4 ein neues Bild erzeugen, in dem wir dem Ereignis $x = 0$ nun die volle Deckung der Elementarfläche und dem Ereignis $x = 7$ schließlich die Dichte $D = 0$ zuordnen. Dadurch entsteht ein Negativ. Bei der Auszählung und der Auswertung ergibt sich dasselbe Resultat, wie in Bild 5 dargestellt. Wir haben hier ganz einfach eine Code-Änderung durchgeführt, wodurch die Information des Ereignisraumes nicht berührt wird. Positiv und tonwertrichtiges Negativ enthalten demzufolge die gleiche Information, was jedem Reprofachmann geläufig ist.

Die drucktechnische Bedeutung der Information läßt sich praktisch interpretieren, wenn zwei Grenzfälle betrachtet werden.

Im ersten Falle möge von jeder Elementarfläche eines Bildes ein anderer unterscheidbarer Farbreiz ausgehen. Es treten also N unterscheidbare Ereignisse x_i mit der Häufigkeit $p(x_i) = \frac{1}{N}$ auf. Setzt man diesen Wert in die Bestimmungsgleichung der Information ein, so ergibt sich

$$H_{ges} = N \cdot \mathrm{ld}\, N \text{ [bit]}.$$

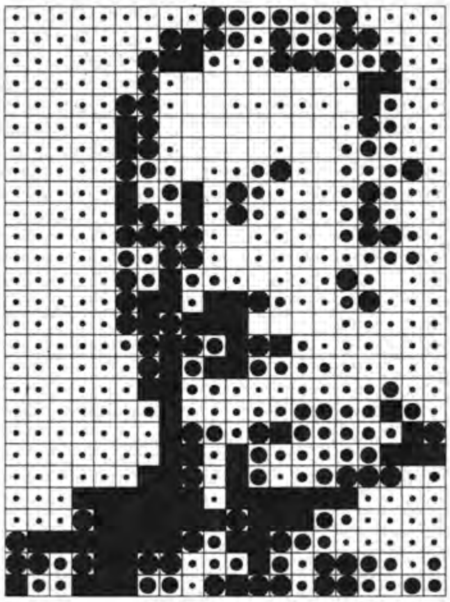
Dieser Wert entspricht der maximalen Information, die ein Bild von N Elementarflächen aufweisen kann.

Im zweiten Falle möge ein Bild gleicher Größe durchweg die gleiche Farbe aufweisen, d. h. eine ideale Volltonfläche sein. Es tritt also nur ein Ereignis auf, jedoch mit der Häufigkeit $p(x_i) = 1$. Es ergibt sich damit

$$H_{ges} = N \cdot 0 = 0 \text{ [bit]}.$$

Die Volltonfläche vermittelt also keine Information.

Drucktechnisch gesprochen unterscheiden sich die beiden Bilder durch ihren Detailreichtum. Das erste zeigt in jeder Elementarfläche ein neues Detail. Es ist das detailreichste Bild, das denkbar ist. Das zweite zeigt keinerlei Details. Daraus folgt, daß die nach Shannon definierte Information ein Maß für den Detailreichtum darstellt.



3

3 Vergrößerung des Bildes eines Männerkopfes

4 Netz mit den zahlenmäßig codierten Dichtestufen

1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	5	4	5	4	4	6	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	6	7	6	5	2	6	4	4	6	6	1	1	1
1	1	1	1	1	1	6	7	7	3	1	3	6	6	6	4	4	6	1	1
1	1	1	1	1	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0	1	7	7	1	1
1	1	1	1	1	6	6	1	0	0	1	1	1	1	1	0	7	4	1	1
1	1	1	1	1	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	4	1	1
1	1	1	1	1	7	6	1	0	0	0	0	1	0	0	3	5	4	1	1
1	1	1	1	1	6	5	3	0	1	2	4	6	1	0	3	3	4	6	1
1	1	1	1	1	7	3	5	7	1	6	4	2	1	1	3	6	4	2	1
1	1	1	1	1	7	6	1	7	1	6	3	2	2	1	4	6	3	1	1
1	1	1	1	1	6	6	6	6	1	0	1	1	1	0	4	6	6	3	1
1	1	1	1	1	5	3	6	6	1	0	1	1	1	1	2	3	4	4	1
1	1	1	1	1	6	4	7	4	3	2	0	1	1	2	6	3	0	1	1
1	1	1	1	1	6	7	7	2	7	7	6	3	1	1	4	6	1	1	1
1	1	1	1	1	6	7	6	7	7	7	0	0	0	0	2	2	1	1	1
1	1	1	1	1	3	6	7	6	5	7	6	7	3	1	2	2	0	1	1
1	1	1	1	1	1	6	7	5	7	7	5	4	3	3	2	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	7	7	3	3	2	1	1	2	2	2	3	5	1	1
1	1	1	1	1	1	3	7	2	2	2	3	3	5	5	4	4	7	5	1
1	1	1	1	1	1	1	7	6	5	3	6	7	5	4	4	4	3	7	6
1	1	1	1	1	1	1	7	7	2	7	5	3	3	3	4	5	7	7	7
1	1	1	1	1	1	7	7	6	1	7	5	1	3	5	6	6	6	1	3
1	1	1	7	7	7	7	7	7	1	7	7	7	7	7	7	1	1	1	1
1	1	1	6	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	5	3	1	1	1	1
6	7	7	7	7	7	7	7	6	4	7	7	6	5	4	1	1	1	1	1
6	6	4	6	7	7	6	6	2	3	4	7	5	2	6	6	5	4	1	4
7	4	3	7	7	7	5	5	1	6	7	6	6	3	6	6	4	3	5	4

4

Um die Reproduktion mit der Vorlage zu vergleichen, genügt die Kenntnis der beiden zugehörigen Informationen nicht, da die Reproduktion immer Verluste und Störungen aufweist. Es muß vorerst geprüft werden, welcher Anteil der Information der Vorlage unverändert in der Reproduktion wieder auftritt. Anders gesagt ist zu prüfen, welcher Detailanteil der Reproduktion aus der Vorlage stammt. Man nennt diesen Anteil die Transinformation R. Sie wird im Prinzip wie folgt festgestellt: Man vergleicht die Ereignisse x_i, die von den Elementarflächen der Vorlage ausgehen, mit den Ereignissen y_i, die in der Reproduktion von den geometrisch entsprechenden Elementarflächen ausgehen. Man wird dabei feststellen, daß den unter sich gleichen Ereignissen x_i nicht in jedem Falle das codemäßig zugeordnete Ereignis y_i in der Reproduktion entspricht, sondern daß davon abweichende Ereignisse auftreten. Die Häufigkeit der verschiedenen Ereignisse y_i, die jeweils den unter sich gleichen Ereignissen x_i entsprechen, kann durch Auszählen und Messen an der Anzahl der unter sich gleichen Ereignisse x_i leicht festgestellt werden. Mit diesen Übergangshäufigkeiten $p_{x_i}(y_i)$ kann man dann schließlich die Transinformation R berechnen. Die Rechenvorschrift lautet

$$R_{ges} = N \cdot R$$

$$= N \sum_i \sum_i p(x_i) \cdot p_{x_i}(y_i) \cdot \mathrm{ld} \frac{p_{x_i}(y_i)}{p(y_i)} \text{[bit]}.$$

Darin sind $p(x_i)$ und $p(y_i)$ die Häufigkeiten, die zur Berechnung der Information der Vorlage und der Reproduktion dienten.

Anhand des den Informationsfluß darstellenden Bergerschen Diagrammes (Bild 6) ist es nun einfach, sowohl den Verlust als auch die durch Störungen hervorgerufene Irrelevanz zu bestimmen.

Es gilt für den Verlust

$$H_{y\,ges}(x) = H_{ges}(x) - R_{ges} \qquad \text{[bit]}$$

und für die Irrelevanz

$$H_{x\,ges}(y) = H_{ges}(y) - R_{ges} \qquad \text{[bit]}.$$

Mit Hilfe einer physikalisch einwandfrei begründeten Überlegung gelang es K. Wolf (Lit. 8), erstmalig die aufgrund von Meßergebnissen berechenbare Güteziffer

$$q = \frac{H_o + R}{H_o + H(y) + H_y(x)} = \frac{H_o + R}{H_o + H(x) + H_x(y)}$$

$$= \frac{H_o + R}{H_o + R + H_x(y) + H_y(x)}$$

zu bilden. Die in dieser Bestimmungsgleichung neu auftretende Größe H_o ist eine frei wählbare Konstante. Die übrigen Größen sind hier als Mittelwerte (z. B. $R = R_{ges}/N$) eingesetzt.

Ereignisse x_i (Dichte- bzw. Punktgröße)	Anzahl i	Häufigkeit $p(x_i) = \frac{i}{N}$	$\mathrm{ld}\,\frac{1}{p(x_i)}$	$N \cdot p(x_i) \cdot \mathrm{ld}\,\frac{1}{p(x_i)}$
0	36	0,0667	3,9062	140,69
1	227	0,4205	1,2498	283,80
2	25	0,0463	4,4328	110,83
3	36	0,0667	3,9062	140,69
4	37	0,0685	3,8677	143,07
5	26	0,0481	4,3778	113,71
6	69	0,1279	2,9669	204,91
7	84	0,1553	2,6869	225,33
	N = 540	1,0000		$H_{ges}(x) = 1363{,}03$ [bit]

$$= N \sum_i p(x_i) \cdot \mathrm{ld}\,\frac{1}{p(x_i)}$$

5

5 Berechnung der Information

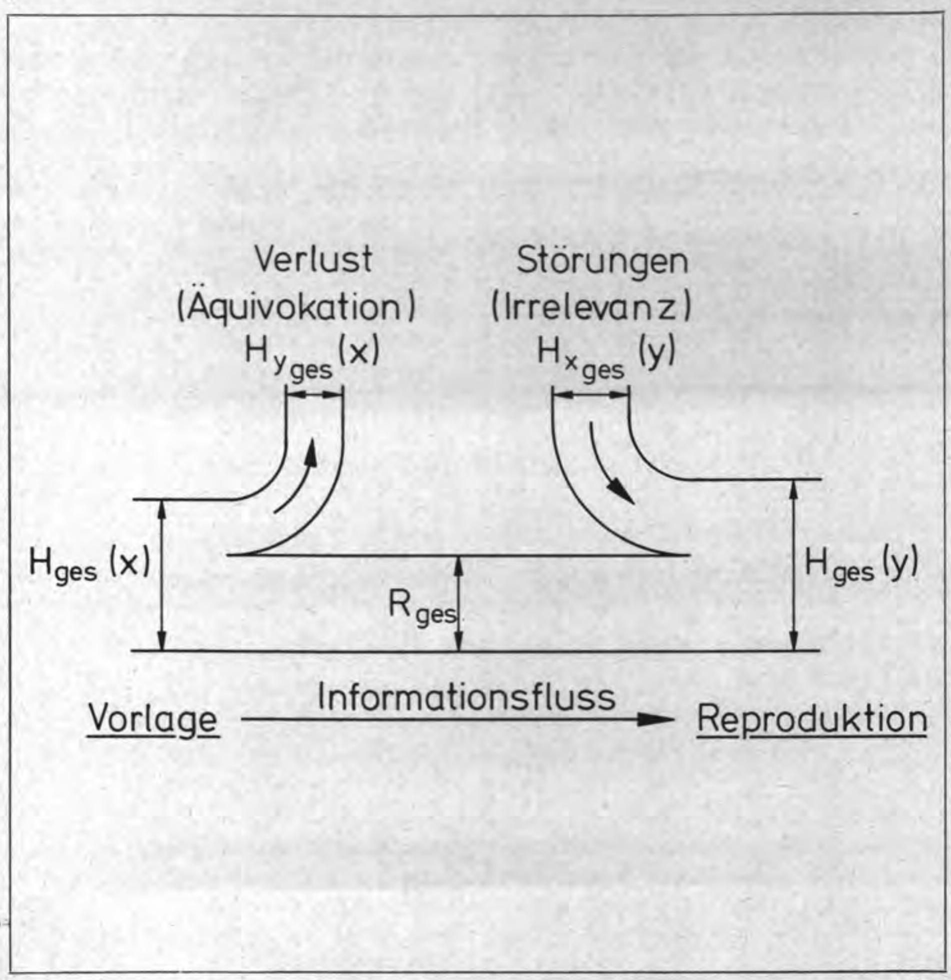
Die Güteziffer, die im wesentlichen die nutzbare Information der Reproduktion, d. h. die Transinformation R, mit der gesamten Information, die durch die Übertragung der Information H (x) im Übertragungsprozeß entstanden ist, vergleicht, ist nicht nur ein Maß für die Güte der Reproduktion, sondern genausogut ein Maß für die Güte des Übertragungskanals selbst. Sie gilt nicht nur für die Druckverfahren und Teile derselben, sondern kann für die Beurteilung jedes beliebigen Systems der Nachrichtenübertragung herangezogen werden.

Die Güteziffer erreicht ihren maximalen Wert q = 1, wenn weder Verluste noch Störungen auftreten, d. h. wenn Vorlage und Reproduktion informationstheoretisch identisch sind, also einen identischen Detailreichtum aufweisen. Sie strebt gegen Null, wenn die Reproduktion nur noch wenig mit der Vorlage gemein hat, wenn also Verluste und Störungen stark überwiegen.

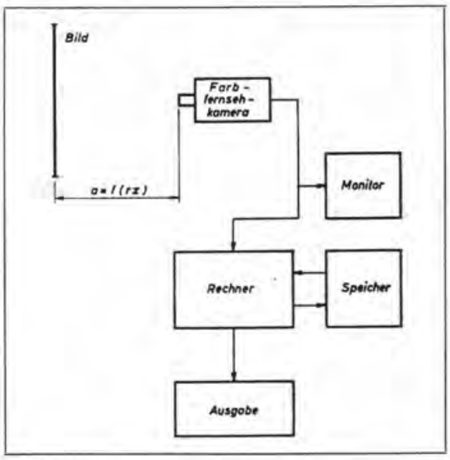
Der praktischen Anwendung der Güteziffer stehen zur Zeit noch zwei Schwierigkeiten entgegen. Zum ersten fehlt noch eine Katalogisierung der unterscheidbaren Farbreize bzw. der unterscheidbaren Dichten. Vorarbeiten dazu sind bereits von Moon & Spencer (Lit. 5) und von MacAdam (Lit. 6) geleistet worden. Es wäre außerordentlich wichtig, wenn diese aufwendigen Arbeiten systematisch weitergeführt würden. Die zweite Schwierigkeit entsteht aus der Tatsache, daß die Lichtstärke der Elementarflächen entsprechend ihrer geringen Größe sehr klein ist. Dies stellt sich einer genauen und schnellen Messung der Dichten und insbesondere der Normfarbwerte entgegen. Angesichts der sehr großen Zahl von Elementarflächen, die schon bei kleinsten Bildern auftritt, ist die Meßgeschwindigkeit für die Brauchbarkeit eines Meßgerätes von ausschlaggebender Bedeutung. Aus demselben Grund ist natürlich die Auswertung der Meßdaten nur mittels eines Computers sinnvoll. Die dargelegten Zusammenhänge und Gedanken führen also in die Zukunft, wenn auch nicht in eine unendlich ferne. Bild 7 zeigt das Prinzipschema eines Meß- und Auswertegerätes (Lit. 8, Lit. 9), das nach dem Abtasten der Vorlage und der Reproduktion auch die Transinformation und schließlich die Güteziffer berechnet. Durch Veränderung der optischen Vergrößerung kann es Vorlagen und Reproduktionen unterschiedlicher Größe korrekt auswerten. Der Aufbau der Beleuchtungseinrichtung müßte die Tatsache berücksichtigen, daß Vorlagen und Reproduktionen auch Transparente sein können. Sie müßte also von Aufsicht auf Durchsicht umstellbar sein.

Zur Berechnung der Transinformation mußten alle Ereignisse x_i der Vorlage mit den Ereignissen y_i, die von den entsprechenden Punkten der Reproduktion ausgehen, verglichen werden. Eine solche Zuordnung der Ereignisse ist selbstverständlich nur dann sinnvoll, wenn beide Bilder geometrisch ähnlich, d. h. unter Berücksichtigung der gleichen Anzahl von Elementarflächen geometrisch identisch, sind. Der Prozeß muß also die geometrische Übertragungstreue gewährleisten. Glücklicherweise ist dies bei den bekannten Prozessen weitgehend der Fall, so daß bei unbunten Bildern kaum Probleme auftreten. Anders ist es beim Mehrfarbendruck, denn in diesem Falle ist jeder Registerfehler einem geometrischen Fehler gleichzusetzen. Die mit einem Registerfehler einhergehenden farblichen Veränderungen führen durch das Auftreten von uner-

6



6 Bergersches Diagramm des Informationsflusses



7

7 Schema des Meß- und Auswertegerätes

wünschten Farben zu einer Veränderung der Information der Reproduktion. Da dadurch sich gleichzeitig die Übergangshäufigkeiten ändern, ergibt sich normalerweise eine Verkleinerung der Transinformation und damit eine Verminderung der Güteziffer. Die Verallgemeinerung dieses Beispiels führt zur Aussage, daß die Güteziffer auch eine Verletzung der geometrischen Übertragungstreue mit erfaßt. Da diese meßtechnisch leicht feststellbar ist und auf der anderen Seite die Übertragungsgeräte und -maschinen so gebaut sind, daß die geometrische Übertragungstreue in hohem Maße gewährleistet ist bzw. erzwungen werden kann, tritt ihre Bedeutung gegenüber den prozeßbedingten Informationsverfälschungen in den Hintergrund.

In allen bisherigen Überlegungen sind die informationserzeugenden Ereignisse, nämlich die unterscheidbaren Dichtestufen bzw. die unterscheidbaren Farbreize, selbst nicht aufgetreten. Vorlage und Reproduktion müssen also auch in dieser Hinsicht miteinander verglichen werden. Informationstheoretisch gesehen treten zwei unterschiedliche Fälle auf. Wenn in einem ersten Falle eine einfarbige Vorlage zwar in einer falschen Farbe, im übrigen jedoch fehlerfrei reproduziert wird, dann bleibt die Güteziffer davon unberührt. Es handelt sich in diesem Falle nämlich um eine Codierung, durch die sich die Übergangshäufigkeiten nicht ändern.

Der andere – praxisnähere – Fall liegt dann vor, wenn Farb- oder Dichtefehler zu Änderungen der Übertragungshäufigkeiten führen. Er tritt z. B. auf, wenn eine oder mehrere der Druckfarben nicht mit der Maskierung in Übereinstimmung stehen. Da Farbreize meßbar sind, ist es möglich, die Prozesse so zu steuern, daß diesbezügliche Verfälschungen nur in geringem Maße auftreten. Er tritt aber auch dann auf, wenn die Schichtdicke auf dem Bedruckstoff, beispielsweise als Folge der Wechselwirkung zwischen der geometrischen Anordnung der druckenden Flächen und der Geometrie des Walzenfarbwerkes oder beim Naß-in-Naß-Druck, nicht konstant ist. Die Verallgemeinerung dieser Überlegungen führt zum Schluß, daß die Güteziffer in den drucktechnisch bedeutsamen Fällen auch die Verletzung der Farbtreue mit erfaßt.

Trotz der Tatsache, daß sich die wichtigsten der vorstehenden Überlegungen derzeit der praktischen Nutzung noch entziehen, führen sie doch zu einer wichtigen Folgerung.

Die in der Praxis üblichen Vorlagen unterscheiden sich nicht nur in der Größe, sondern auch in einer weiteren Beziehung von den Vorlagen, die den vorstehenden Überlegungen zugrunde gelegt sind. Sie enthalten nämlich alle einen großen Anteil von Farbreizen, die mit Druckfarben bei weitem nicht reproduziert werden können.

Dies gilt nicht nur für die Helligkeit, die durch die Druckfarben und das Papierweiß festgelegt ist, sondern auch für den Farbumfang, der durch die wirtschaftlich bedingte Beschränkung auf drei bunte Druckfarben wesentlich eingeschränkt ist. Es ergibt sich dadurch in der Reproduktion eine erheblich geringere Zahl von unterscheidbaren Farbreizen, also Ereignissen y_j, was sich als Verlust äußert, und zwar auch dann, wenn der Prozeß an sich als optimal gelten darf. Die Güteziffer einer Übertragung ist deshalb stark vorlagenabhängig. Das ist zwar theoretisch sinnvoll, praktisch jedoch führt diese Abhängigkeit bei wechselnden Vorlagen zu einer Erschwerung der Beurteilung des Prozesses, weil die Güteziffer keine Auskunft über das Herkommen der Verluste gibt. Es wäre deshalb sicher richtiger, aus der Kundenvorlage vorerst eine drucktechnische Vorlage zu erzeugen, die reproduzierbar ist und gleichzeitig die richtige Größe aufweist. Diese Vorgehensweise, die in der Praxis schon gelegentlich diskutiert worden ist, hat zudem den großen Vorteil, daß eine Voraussage des mutmaßlichen Druckergebnisses, aber auch der visuelle Vergleich des Druckergebnisses mit der drucktechnischen Vorlage, erheblich erleichtert wird. Viele unfruchtbare Diskussionen mit Kunden könnten bei einer solchen Vorgehensweise eliminiert werden. Das Anliegen scheint deshalb erwägenswert.

Zusammenfassung

Auf Grund von informationstheoretischen Überlegungen sind für die Qualität einer Reproduktion drei Kriterien in Betracht zu ziehen. Es sind dies:

1. die Treue der Informationsübertragung
2. die Treue der geometrischen Übertragung
3. die Farbtreue

Insbesondere im Falle bunter Vorlagen bestehen zwischen der Treue der Informationsübertragung und der beiden übrigen Kriterien Zusammenhänge, so daß die von K. Wolf abgeleitete Güteziffer

$$q = \frac{H_o + R}{H_o + R + H_x(y) + H_y(x)}$$

das wichtigste Maß für die Qualitätsbeurteilung einer Reproduktion darstellt. Seine praktische Anwendung ist z. Z. noch nicht möglich. Die informationstheoretischen Überlegungen führen jedoch zur praktischen Forderung einer drucktechnischen Vorlage, die durch Reproduzierbarkeit und Größengleichheit mit der Reproduktion gekennzeichnet ist.

Literatur

1 Shannon, C. E.: „A mathematical theory of communication", Bell. Syst. techn. J. 27 (1948)

2 Berger, E. R.: „Informationstheoretische Grundlagen" in Steinbuch, K., „Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung", Springer Verlag 1962

3 Peters, J.: „Einführung in die allgemeine Informationstheorie", Springer Verlag 1967

4 Neidhardt, P.: „Informationstheorie und automatische Informationsverarbeitung", Berliner Union 1964

5 Moon, P., Spencer, D. E.: „A metric for colorspace", J. opt. Soc. Amer. 33 (1943)

6 MacAdam, D. L.: „Quality of color reproduction", Proc. Inst. Radio Engineers 39 (1951)

7 Meyer-Eppler, W.: „Grundlagen und Anwendungen der Informationstheorie", Springer Verlag 1957

8 Wolf, K.: „Beitrag zur Systemtheorie der Druckverfahren", Diss. TH Darmstadt, 1970

9 DBP 1 921 460

Druck: Central-Druck Trost & Co., 6056 Heusenstamm, Borsigstraße 1–3