Zeitschrift: Mittex : die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung im deutschsprachigen Europa

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung von Textilfachleuten

Band: 88 (1981)

Heft: 10

Rubrik: Beleuchtung

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Ein anderes Anwendungsbeispiel: Am Anfang war die Technik! Ein an sich merkwürdiger Satz, insbesondere dann, wenn es um Kreativität und Innovation geht, um «Geist», um Gestaltung. Was hat die Technik damit zu tun? Gesteigerte Ansprüche der Verbraucher beeinflussen die Bereiche des Herstellers. So entschlossen wir uns, als erste im Bereich Wirk-Gardinen, die flammenhemmende Textilfaser Trevira CS zu verarbeiten und ein grosses Hotel in Singapur und verschiedene Objekte in der Schweiz damit auszustatten. Gardinen mit eingebauter Sicherheit sind bestimmt ein Thema, das uns in Zukunft noch mehr beschäftigen wird.

Hier kam die Innovation nicht aus der Geschmacksveränderung der Konsumenten, sondern von der technischen Seite. Letztlich hat Sicherheit nichts mit Mode zu tun.

Ein weiteres Feld, dem ich sehr grosse Aufmerksamkeit schenke und das sehr viel kreative Möglichkeiten bietet: Einsatz von Matt- und Glanz-Garnen in einem Gewirk. Aus dem gegensätzlichen Effekt beider Materialien lassen sich eine Reihe raumbestimmender und schmückender Gardinen-Effekte erzielen. Belebung und Bereicherung der Innendekoration.

Diese Beispiele sollen genügen – aber auch erklären, warum wir so stark an allen technischen Neuentwicklungen auf dem Garn-, Veredlungs- und Maschinen-Sektor interessiert sind. Wir sind ständig offen für neue Einsatz-, Verarbeitungs- und Anwendungsmöglichkeiten. Natürlich ist das kein bequemer Weg und gewisse Unruhe im betrieblichen Alltag ist keine Seltenheit, aber das gehört dazu. Ruhe kann im Gegenteil sehr einschläfernd wirken. Die uns selbst auferlegte permanente Erneuerung verpflichtet uns zu hautnahem Markt-Kontakt und seinen Entwicklungen. Dabei gilt es vorauszuschauen. Ein Quäntchen Glück gehört wohl auch dazu. Das ist die eine Seite. Die andere ist nicht weniger entscheidend für den Erfolg und die Absicherung der Zukunft: Flexibilität. Unser Vorteil liegt im modernen Maschinenpark, im eingespielten Team von langjährigen Mitarbeitern, in einer rationellen Betriebsgestaltung (Neubau) und einer überschaubaren Betriebsgrösse. So versuchen wir, mit Neuheiten sofort am Markt zu sein, um damit auch wieder die Erfahrungen ummünzen zu können. Das gibt uns die Sicherheit beim Aufbau des Kollektions-Sortimentes und beim Fixieren der Schwerpunkte des Angebots. Mit diesem Konzept gehen wir zuversichtlich in das dritte Jahrzehnt.»

Dr. Biach + Partner

Beleuchtung

Sinnvolle und fragwürdige Sparmassnahmen bei der Beleuchtung

Die Erdölkrise der 70er Jahre und die Diskussionen um die Kernenergie, aber auch der zunehmende Kostendruck haben dazu geführt, dass immer häufiger Stromsparmassnahmen gefordert und beschlossen werden. Dabei steht die Beleuchtung oft an vorderster Stelle, weil sie als Stromverbraucher am meisten auffällt.

Gerade bei der Beleuchtung sind aber Sparübungen oft eine fragwürdige Angelegenheit. Dies aus 2 Gründen:

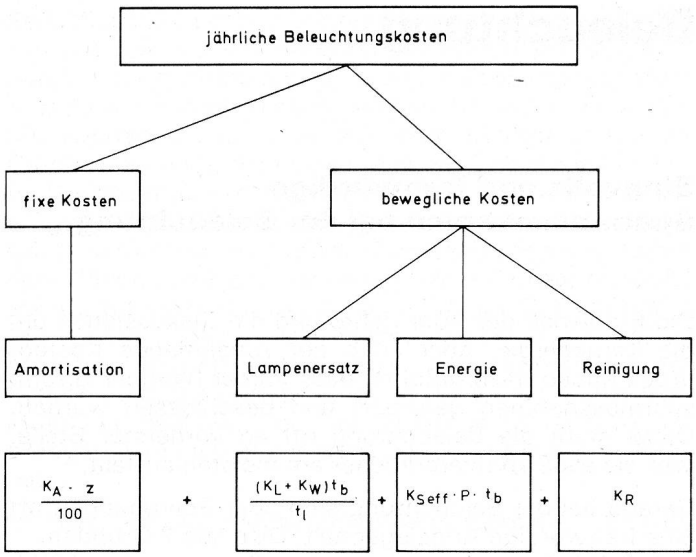
- Der Anteil der Beleuchtung am Energieverbrauch ist recht klein. Man schätzt, dass er etwa 2% des Gesamtverbrauchs beträgt. Bei einem Anteil der Elektrizität von etwa 20...25% an diesem Gesamtverbrauch benötigt also die künstliche Beleuchtung nur etwa 8...10% der elektrischen Energie. Entsprechend gering ist deshalb das Sparpotential.
- Sparmassnahmen beim Licht können die Beleuchtungsgüte vermindern. Dies beeinträchtigt die Leistungsfähigkeit der davon betroffenen Personen und kann so zu Produktionseinbussen führen, die sehr rasch die angestrebten Einsparungen illusorisch machen. Ein gutes Beispiel dafür ist der Betriebsversuch in einer hochmechanisierten Nähfadenfabrik. Dort gelang es, nur durch Verbesserung der Beleuchtungsgüte die Produktivität um 7% zu steigern, während eine Lösung mit geringerem Energieverbrauch, bei der nur die Beleuchtungsstärke erhöht wurde, praktisch keinen Einfluss auf das Arbeitsergebnis hatte (1). Geht man von der Voraussetzung aus, dass in Industrie und Verwaltung die jährlichen Beleuchtungskosten etwa 2% der Lohnsumme ausmachen, so lässt sich zeigen, dass schon eine Produktivitätssteigerung von nur 1% wertmässig bereits die gesamten Jahresbeleuchtungskosten einschliesslich Amortisation kompensiert (2).

Andererseits muss man aber berücksichtigen, dass je nach Objekt der Anteil der Beleuchtung am Energieverbrauch doch recht beachtlich sein kann. So liegt z. B. bei Bürobauten der Energieanteil der Beleuchtung oft bei 50% und höher. Ausserdem werden oft auch in Kenntnis der geringen Einsparungsmöglichkeiten Einschränkungen bei der Beleuchtung angeordnet, weil man sich die psychologische Wirkung einer solchen Massnahme nutzbar machen möchte.

So kommt der Lichttechniker nicht darum herum, Überlegungen anzustellen, wo der Hebel am wirkungsvollsten anzusetzen ist, ohne dabei die Beleuchtungsgüte unzumutbar zu beeinträchtigen.

Analyse der Jahresbeleuchtungskosten

Sparmassnahmen sollen nicht nur den Energieverbrauch drosseln, sondern auch die Kosten senken. Falls die Reduktion des Energiebedarfs zusätzliche Investitionen bedingt, ist anhand einer Analyse zu prüfen, ob und unter welchen Voraussetzungen die geplante Massnahme wirtschaftlich gerechtfertigt ist. Abb. 1 zeigt, wie sich die Jahresbeleuchtungskosten zusammensetzen. Wird die Beleuchtungsanlage — wie meist üblich — nur beim



K_A Anlagekosten (Leuchten + Installation)
K_L Lampenkosten
K_R Reinigungskosten
K_{Seff} effektive Kosten pro kWh (einschliesslich Grundpreis)
K_W Auswechselungskosten
z Abschreibungssatz (i. a. 10..... 15%)
t_b jährliche Betriebszeit in h
t_l Lampenlebensdauer in h
P Anschlussleistung in kW

Abb. 1

Lampenwechsel gereinigt, ist es zweckmässiger, die Aufwendungen hierfür den Auswechslungskosten zuzuschlagen. Die Kosten K_R sind dann also in K_W enthalten.

Eine bessere Übersicht erhält man, wenn man die prozentualen Anteile der fixen und beweglichen Kosten an

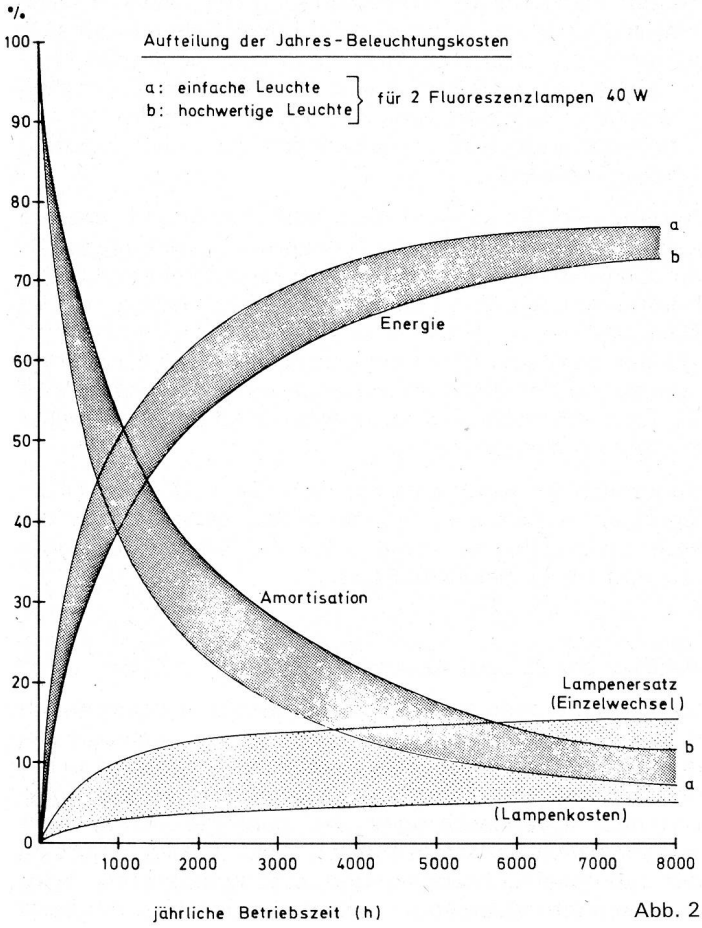


Abb. 2

den jährlichen Beleuchtungskosten grafisch darstellt, z. B. in Abhängigkeit von der jährlichen Betriebsstundenzahl. Abb. 2 zeigt eine solche Grafik, wie sie für eine Anlage mit Fluoreszenzlampen bei einem Effektivpreis von 0.15 Fr./kWh und einer Amortisation von 10% p. a. typisch ist. Man erkennt z. B. deutlich, dass die Lampenkosten unabhängig von der Benutzungsdauer nur einen sehr kleinen Prozentsatz der Gesamtkosten ausmachen.

Einsparungen durch Lampen erhöhter Lichtausbeute

Weil die Lampenkosten nur einen sehr geringen Einfluss auf die Gesamtkosten haben, ist es i. a. sinnvoll, den Energieverbrauch durch Einsatz von Lampen erhöhter Lichtausbeute zu reduzieren, auch wenn diese Lampen teurer sind, als die ursprünglich verwendeten Typen. Ein Beispiel dafür sind die neuen Fluoreszenzlampen mit 3-Banden-Spektrum. Obwohl sie mehr als das Doppelte kosten, ist Rentabilität gegenüber den bisherigen «De-Luxe»-Lampen schon bei Effektiv-Strompreisen ab 0.03 Fr./kWh zu erwarten, wenn die bei grossen Stückzahlen üblichen Preise zugrunde gelegt werden. Das gleiche gilt für die Energiesparlampen mit 26 mm ø (gegenüber 38 mm ø bisher), mit denen der Energiebedarf bei gleicher Beleuchtungsstärke um 8...10% gesenkt werden kann.

Allerdings müssen hierbei 2 Faktoren beachtet werden, wenn man keine bösen Überraschungen erleben will:

- Die Leuchtdichte (Eigenhelligkeit) der dünneren Röhren ist um etwa 50% erhöht. Damit steigt auch die Blendgefahr. Das gilt vor allem für offene Balkenleuchten, aber auch – in bezug auf Reflexblendung und störenden Glanz – für Spiegelraster- und Spiegelreflektorleuchten, weil hier Raster bzw. Reflektoren im Ausstrahlungsbereich praktisch die gleiche Leuchtdichte aufweisen wie die Lampe.
- Die Farbwiedergabe-Eigenschaften der 3-Banden-Lampen sind gegenüber den konventionellen «De-Luxe»-Lampen deutlich schlechter, obwohl sie bezüglich des allgemeinen Farbwiedergabeindexes auch in die Stufe 1 fallen. Dort, wo es nur auf subjektiv gute Farbwiedergabe ankommt, spielt dies keine Rolle, dagegen ist eine einwandfreie Farbabmusterung bei diesen Lampen oft nicht möglich.

Einsparungen durch zeitweises Abschalten

Eine Massnahme, die auch bei Alt-Anlagen Energie-Einsparungen ermöglicht, ist das zeitweise Abschalten der Beleuchtung. Sofern dies in Arbeitspausen oder in nicht benutzten Räumen geschieht, ist das natürlich eine problemlose und sehr wirksame Massnahme, weil sie keine zusätzlichen Investitionen erfordert. Man muss allerdings beachten, dass Entladungslampen im Gegensatz zu Glühlampen einer gewissen Einschaltabnützung unterliegen, so dass vermehrtes Schalten die Lebensdauer reduziert. Wie lange die Betriebspause mindestens dauern muss, damit die wegen der verminderten Lebensdauer erhöhten Lampenersatzkosten kompensiert werden, lässt sich mit Hilfe der Formel gemäss Abb. 3 berechnen (3). Der erforderliche Mindestwert richtet sich nach den Stromkosten sowie den Lampen- und Auswechslungskosten. In Abb. 4 ist dies für Fluoreszenzlampen 40 W mit Glimmstarter dargestellt. Bei einem Effektivpreis von 0.15 Fr./kWh z. B. sollte die Pause bei Standardlampen nicht weniger als 10...15 min. betragen, bei 3-Banden-Lampen nicht weniger als 15...20 min., je nachdem, ob Einzel- oder Gruppenauswechslung durchgeführt wird.

Rentabilität von Betriebspausen bei Beleuchtungsanlagen mit Entladungslampen

$$t_p \geq t_v \quad \frac{K_L + K_W}{K_L + K_W + P \cdot t_{lo} \cdot K_{Seff}}$$

t_p Betriebspause pro Schaltung in min.

t_v Lebensdauerverlust pro Schaltung in min.
Leuchtstofflampen mit Glimmstarter ca 200 min.
mit Thermostarter (Perfektstart): ca 40 min.

K_L Lampenkosten

K_W Auswechselungskosten

P Anschlussleistung in kW

t_{lo} Mittlere Lampenlebensdauer bei Dauerbetrieb in h
Leuchtstofflampen 40 W : ca 22000h

K_{Seff} effektive Kosten pro kWh (einschliesslich Grundpreis)

Abb. 3

Wirtschaftliche Betriebspausen pro Schaltung bei Fluoreszenzlampen

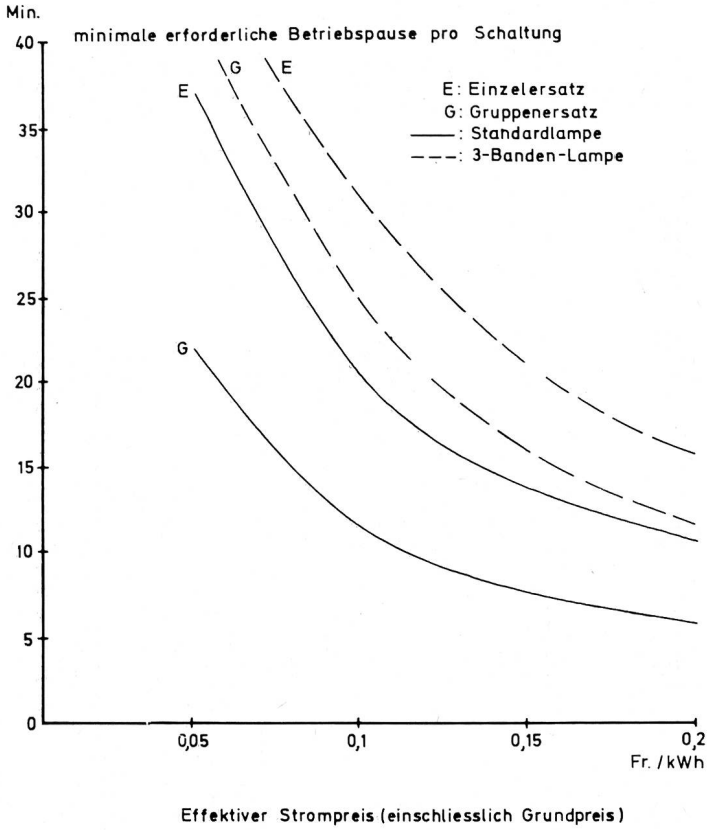


Abb. 4

Einsparungen durch tageslichtabhängige Steuerung

Beträchtliche Energieeinsparungen lassen sich auch mit einer tageslichtabhängigen Schaltung der Beleuchtung erzielen. Hierbei werden die Lampen bei ausreichender natürlicher Beleuchtung mit Hilfe von Fotozellen teilweise oder ganz abgeschaltet. Besonders wirksam ist dieses Verfahren in Fabrikationshallen mit Oberlicht, in grossen Räumen mit zentraler Schaltung der Beleuchtung und dann, wenn die Arbeitszeit bei noch ungenügendem Tageslichtanteil beginnt. Der Energiebedarf lässt sich dann über das Jahr gemittelt um bis zu 30% reduzieren, ohne dass die Beleuchtungsgüte darunter leidet. Bei seitlicher Befensterung empfiehlt es sich allerdings, die Räume nach Himmelsrichtungen getrennt zu schalten und das individuelle Einschalten weiterhin zu ermöglichen. Auch sollte die künstliche Beleuchtung erst dann abgeschaltet werden, wenn dadurch die mittlere Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz um nicht mehr als 30% reduziert wird. Sonst besteht die Gefahr, dass die Verminderung des Beleuchtungsniveaus als unangenehm empfunden wird. Am besten lässt sich diese Forderung dadurch erfüllen, dass die Beleuchtung nicht auf einmal, sondern in mehreren Stufen ausgeschaltet wird.

Die Fotozellensteuerung bedingt naturgemäss erhöhte Investitionen bei der Installation. Deshalb sollte vor Einbau einer solchen Schaltung ein Wirtschaftlichkeitsvergleich angestellt werden. Ein Beispiel als Anhaltspunkt: Bei einer grösseren Anlage mit einem Effektiv-Strompreis von 0.15 Fr./kWh und 10% Amortisation rechtfertigt eine Einsparung von 100 Betriebsstunden pro Jahr einen Mehraufwand für die Steuerung von ca. 20% der Installationskosten gegenüber der ungesteuerten Anlage. Sofern die Beleuchtung ohnehin über Impulsschalter geschaltet wird, liegt der Mehraufwand im allgemeinen in diesem Rahmen.

Gelegentlich wird eine kontinuierliche Anpassung der künstlichen Beleuchtung an das Tageslicht mit Hilfe elektronischer Helligkeitssteuerung propagiert. Dem Vorteil einer optimalen und praktisch unmerklichen Anpassung der künstlichen Beleuchtung an die Tageslichtverhältnisse stehen jedoch im Vergleich zu stufenweisen Abschaltung einige gewichtige Nachteile gegenüber:

- Fluoreszenzlampen benötigen spezielle Vorschaltgeräte mit erhöhter Verlustleistung.
- Mit Teillast betriebene Lampen haben eine schlechtere Lichtausbeute, d. h. für 50% Beleuchtungsstärke wird mehr als 50% Energie benötigt.
- Fluoreszenz-Lampen mit 26 mm ø sind nicht geeignet.
- Es sind erhebliche Mehrinvestitionen erforderlich.
- Der Leistungsfaktor kann nur durch Zentralkompensation vor der Steuereinheit verbessert werden, nicht jedoch mit den flexibleren und kostengünstigeren kapazitiven Vorschaltgeräten.

Aus diesen Gründen kann die kontinuierliche Steuerung der künstlichen Beleuchtung in der Regel nicht empfohlen werden.

Einsparungen durch verlustarme Vorschaltgeräte

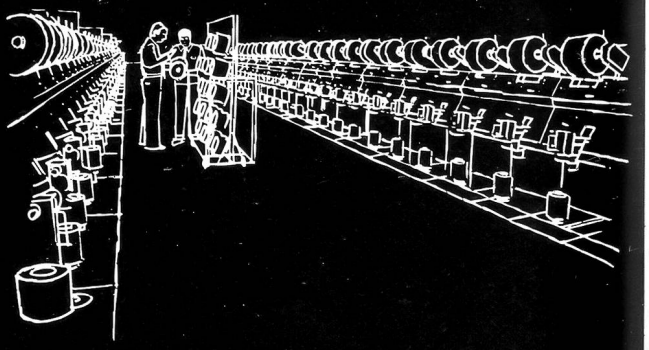
Dies ist eine Massnahme, die keinen Einfluss auf die Beleuchtungsgüte hat und deshalb vorbehaltlos empfohlen werden kann. In den letzten Jahren wurde eine Anzahl Stromspargeräte entwickelt, bei denen es gelungen ist, die Verlustleistung auf weniger als 50% zu senken. Als vorteilhafter Nebeneffekt vermindert sich auch die Eigenerwärmung erheblich, was sich günstig auf die Lebensdauer dieser Geräte auswirkt. Auch hier gilt die Regel, dass die Mehrkosten dieser Geräte im allgemeinen durch die Energieeinsparungen aufgewogen werden.

4 81d

Schärer

Kreuzspulen mit PRÄZISIONS-wicklung für Stapelfasergarne

• sind gleichmässig harte Spulen • mit perfektem Aufbau • ohne Bildzonen • mit mehr Garninhalt pro Volumeneinheit • Auch grosse Pakete gewährleisten bessere Ablaufeigenschaften • Sie bringen klare wirtschaftliche und qualitative Vorteile in der Weberei, Wirkerei und Färberei.



MASCHINENFABRIK SCHÄRER AG

CH-8703 Erlenbach-Zürich, Schweiz, Telex 53104

Rasch – zuverlässig – preisgünstig

Wir wickeln und reparieren:

Elektromotoren, Transformatoren, Schweissmaschinen, Elektro-Werkzeuge

ARTHO AG
ELEKTRO-MOTOREN & MASCHINEN
8623 WETZIKON

Elektromechanische Werkstätte und Wicklerei
Mühlebachstrasse 2
Telefon 01/930 05 51

Dessins -CRÉATION

Wir beraten Sie gerne:

Patronen und Jacquardkarten
Harnischbau für sämtliche Jacquardmaschinen

Fritz Fuchs
Aargauerstrasse 251, 8048 Zürich
Telefon 01 62 68 03

Feinzwirne

aus Baumwolle
und synthetischen Kurzfasern
für **höchste** Anforderungen
für **Weberei** und **Wirkerei**

Müller & Steiner AG
Zwirnerei
8716 Schmerikon, Telefon 055/86 15 55, Telex 875 713

Ihr zuverlässiger Feinzwirnspezialist

Geilinger-PVC-Pendeltüren

Unentbehrliche Elemente des innerbetrieblichen Transportwesens. Robust und wirtschaftlich. Mit und ohne Antriebshilfen. In normierten Grössen oder auf Anfrage lieferbar.

GEILINGER

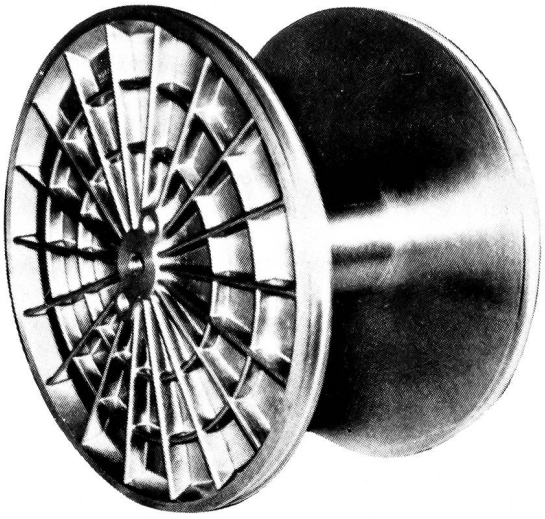
Geilinger AG
8401 Winterthur, PF 988
Tel. 052 84 61 61, Telex 76731

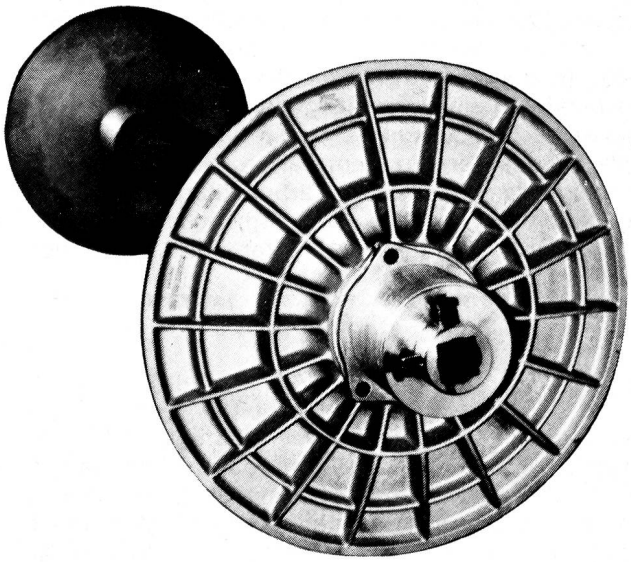
Umbauten, Revisionen, Montagen

von Webereimaschinen übernimmt

XAVER GSELL, 8630 Rüti/ZH
Telefon 055 / 31 28 73

11/03-g





Gewinde-Kettbäume

aus Stahlrohr und Aluminiumrohr

- für alle Maschinentypen vierkant geschmiedet und geräumt
- für alle Materialien
- für höchste Ansprüche
- zu günstigen Preisen

sowie

- automatische Kettbaumbremsen
- Kettbaumgestelle
- Tuchbäume
- Bandspulen
- Endrollen-Apparate
- Warenbaum-Sammelwagen mit Umlaufsystem für direkten Abzug und Tuchschautisch
- weitere Transportgeräte

GROB

Willy Grob
8733 Eschenbach
Telefon 055 86 23 23, Telex 75 464

KÜNDIG

Verkauf Schweiz und FL

In naher Zukunft werden auch elektronische Vorschaltgeräte auf dem Markt erscheinen, deren Verlustleistung praktisch vernachlässigbar sein wird. Allerdings ist damit zu rechnen, dass hierfür besonders angepasste Lampen erforderlich sind, und dass die Ausfallrate zumindest in den ersten Jahren beträchtlich höher als bei den konventionellen Vorschaltgeräten sein wird.

Besonders wirksam ist der Einsatz verlustarmer Vorschaltgeräte in solchen Anlagen, die bisher mit starterlosen Vorschaltgeräten ausgerüstet waren. Die Verlustleistung lässt sich bis auf ca. 25% reduzieren.

Einsparungen durch Anlagen mit erhöhtem Beleuchtungswirkungsgrad

Bei der Projektierung von Neuanlagen ist es naheliegend, Energieeinsparungen dadurch zu erreichen, dass man ein Beleuchtungssystem mit möglichst hohem Beleuchtungswirkungsgrad wählt. Es sind daher in den letzten Jahren eine ganze Anzahl von Beleuchtungslösungen bekannt geworden, bei denen die gleiche mittlere Beleuchtungsstärke mit einem Bruchteil des früher üblichen Energieaufwandes erzielt wird. Hierbei ist jedoch grosse Sorgfalt geboten, will man nicht in Gefahr laufen, erhebliche Einbussen an Beleuchtungsqualität in Kauf nehmen zu müssen.

Hohe Beleuchtungswirkungsgrade und damit kleine Anschlusswerte bei gegebener Nennbeleuchtungsstärke erreicht man vor allem durch tiefstrahlende Leuchten. Diese bieten zwar guten Schutz gegen Direktblendung, erzeugen aber in den kritischen Zonen auf glatten Objekten (Kunstdruckpapier, Klarsichthüllen, Glasabdeckungen usw.) oft unerträgliche Behinderungen durch Glanz und Reflexe. Ausserdem wirken so beleuchtete Räume meist unnatürlich und unbehaglich, weil die Decke und auch Vertikalflächen zu wenig aufgehellt werden. Hier kann also ein scheinbarer Gewinn zu einem Verlust werden, weil die davon betroffenen Personen nicht mehr voll leistungsfähig sind. Die Aufgabe des Planers ist es also, sparsame Beleuchtungsanlagen unter Berücksichtigung aller Gütekriterien zu entwerfen. Dass dies möglich ist, zeigt das Beispiel der arbeitsplatzorientierten Indirektbeleuchtung, bei der der Energiebedarf trotz optimaler Beleuchtungsgüte noch unter demjenigen der oben erwähnten Systeme liegt (4).

Einsparungen durch Reduktion der Beleuchtungsstärke

Wenn vorhandene Anlagen mit mehrflammigen Leuchten ausgerüstet sind, wird als Sparmassnahme häufig einheitlich bei allen Leuchten jeweils eine Lampe stillgelegt. Sofern die Beleuchtungsstärke ursprünglich nicht überdotiert war, sollte man diese Methode jedoch nicht anwenden, weil die Gefahr besteht, dass Leistungsfähigkeit und Konzentrationsvermögen des Personals negativ beeinflusst werden.

Eine Reduktion des Verbrauchs ohne wesentliche Einbusse an Beleuchtungsgüte lässt sich jedoch dadurch erreichen, dass nur dort Lampen stillgelegt werden, wo der Lichtbedarf ohnehin geringer ist, z.B. in Verkehrszonen oder in Raumteilen, die vorwiegend der Lagerung und Archivierung dienen. Mit diesem Verfahren kann man z. B. in einem Grossraumbüro zusammen mit einer tageslichtabhängigen Steuerung der fensternahen Leuchten ca. 40% Energie gegenüber einer dauernden, gleichmässigen Beleuchtung der gesamten Fläche einsparen. Allerdings sollte dann darauf geachtet werden, dass alle vertikalen Flächen – auch in den Raumzonen mit geringeren Sehanforderungen – ausreichend aufgehellt werden, weil dies für den subjektiven Helligkeitseindruck des Raumes entscheidend ist.

Zusammenfassung

Sparmassnahmen bei der Beleuchtung sind nur dann sinnvoll, wenn dadurch die Beleuchtungsgüte nicht beeinträchtigt wird. Es genügt deshalb nicht, bei der Planung solcher Massnahmen nur die Beleuchtungsstärke als Bewertungsmassstab zu verwenden. Vielmehr müssen alle Gütekriterien der Beleuchtung berücksichtigt werden, sonst läuft man in Gefahr, dass statt des erhofften Spareffektes ein Mehrverbrauch an Energie und ein Rückgang der Produktivität resultiert. Dennoch ist es aber möglich, auch bei der Beleuchtung erhebliche Energieeinsparungen zu realisieren, ohne dass der Mensch darunter zu leiden hätte.

Dipl. Ing. Carl-Heinz Herbst
Brauchli und Amstein AG, Zürich

Literatur

Herbst, C.-H.: «Indirektbeleuchtung von Fabrikationsräumen – ein Beitrag zur Humanisierung des Arbeitsplatzes»
Mittex (1977), 11

Herbst, C.-H.: «Beleuchtung und Produktivität»
Lux (1970), 19

Sturm, C.-H.: «Vorschaltgeräte und Schaltungen für Niederspannungs-Entladungslampen» 5. Auflage
W. Girardet, Essen (1974)

Herbst, C.-H.: «Die Beleuchtung von Büroräumen mit Datensichtgeräten»
Mittex (1980), 11