

Objektyp: **Miscellaneous**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **97 (1979)**

Heft 3

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

ten für einen Umbau bzw. eine Erweiterung der bestehenden *Kurshalle in Wetzikon* vorausgegangen, die aber zu unbefriedigenden Ergebnissen geführt hatten. Ausschlaggebend für den Landkauf in Effretikon war die verkehrsgünstige, auch durch die SBB gut erschlossene Lage im Zentrum des Kantons Zürich.

Die Finanzierung des Baulandes (37 160 Quadratmeter) erfolgte mehr als zur Hälfte durch direkte Beiträge der SBV-Sektionen im Kanton Zürich. Dazu kommen der Erlös aus dem Verkauf der Kurshalle Wetzikon sowie Subventionen von Bund und Kanton.

Projektwettbewerb

Im September 1975 wurde beschlossen, einen öffentlichen Wettbewerb unter Architekten für das neue Kurszentrum in Effretikon durchzuführen. Nicht weniger als 84 Architekten lieferten fertig ausgearbeitete Entwürfe ab. Der Entscheid der Jury fiel auf das Projekt der Architekten *H. Müller* und *P. Nietispach, Zürich*. Es zeichnete sich durch folgende Vorzüge aus: Die Bauten sind im Westteil des Geländes längs der SBB-Linie Zürich-Winterthur derart angeordnet, dass eine klar überblickbare Gesamtanlage entsteht und die Schaffung einer schönen Grünanlage am Grendelbach möglich ist.

Im Mittelpunkt des Kurszentrums liegt der Zentralbau mit den dazugehörigen Parkflächen. Auf einem leicht erhöhten Platz, der sowohl Ausblicke auf die Kirche Effretikon und die Umgebung als auch einen Überblick über die ganze Anlage bietet, liegt der Zugang zu den Räumen der Kursleitung, den Theorieräumen und dem Speisesaal. Diese

Raumgruppen sind organisatorisch gut durchdacht und sinnvoll angeordnet. Sowohl die Kantinenräume als auch die Kaffeebar haben eine gute Verbindung zur Küche und einen direkten Ausgang ins Freie.

Die Mehrzweckhalle, das Zentrallager und die erweiterbaren Arbeitstrakte liegen an einer relativ breiten, offenen Werkstrasse. Die funktionell notwendigen Beziehungen der Trakte untereinander sowie deren innere Organisation wurden genauestens durchdacht.

Trotz der absichtlich ins Gelände eingebetteten Mehrzweckhalle handelt es sich um eine wirtschaftliche Lösung, die durchwegs über dem Grundwasserspiegel liegt.

Raumprogramm

Das im Verlaufe des Jahres 1975 endgültig verabschiedete Raumprogramm sah die Erstellung des Kurszentrums in zwei Etappen vor. Zunächst sollte der bisherige Kursbetrieb von Wetzikon nach Effretikon verlegt werden (1. Etappe).

Rund 120 Maurerlehrlinge können gleichzeitig an Kursen in Effretikon teilnehmen. Der Lehrkörper besteht aus dem Kursleiter und sechs vollamtlichen Instruktoren.

Die Infrastruktur für eine Erweiterung um etwa 80 Kursplätze (2. Etappe) ist vorhanden; es müssten lediglich noch vier Gruppenarbeitsräume erstellt werden.

Das allgemeine Raumprogramm der ersten Etappe umfasst folgende Bauten:

- vier Gruppenarbeitsräume mit total 80 Arbeitsplätzen für die fachliche Grundausbildung

Termine und Kosten

Jurierung Projektwettbewerb	31. Jan. 1976
Baubeginn	23. Mai 1977
Grundsteinlegung	11. Juni 1977
Aufrichte	1. Dez. 1977
Aufnahme des Kursbetriebs	4. Sept. 1978
Offizielle Einweihung und Eröffnung	11. Okt. 1978
Landerwerb	Fr. 3 636 800.—
Baukosten inkl. Erschliessung, Nebenkosten usw., abzüglich Subvention Zivilschutz und Beitrag SBB	Fr. 13 700 000.—
Totale Kosten	Fr. 17 336 800.—
Baukosten je m ³ umbauter Raum/SIA	Fr. 206.25

bildung (Mauerwerk, Verputz, einfache Schalungen) inklusive Nebenräume wie Garderoben, Waschräume, WC-Anlagen, Instruktorenzimmer,

- zwei Schulzimmer für je 40 Personen,
- eine Mehrzweckhalle (etwa 1150 Quadratmeter) mit Kran und Hart- bzw. Naturboden für die Ausbildung im Tief- und Strassenbau sowie in den Fachgebieten Schalungen, Gerüstungen, Elemente. Die Mehrzweckhalle kann auch für Kurse der Zimmerleute, für Lehrabschlussprüfungen usw. benützt werden,
- eine Lagerhalle, die als Zentrallager für Back- und Bausteine, Holz, Bindemittel und weitere Materialien benützt wird,
- Ein Speisesaal für 180 Personen (unterteilbar).

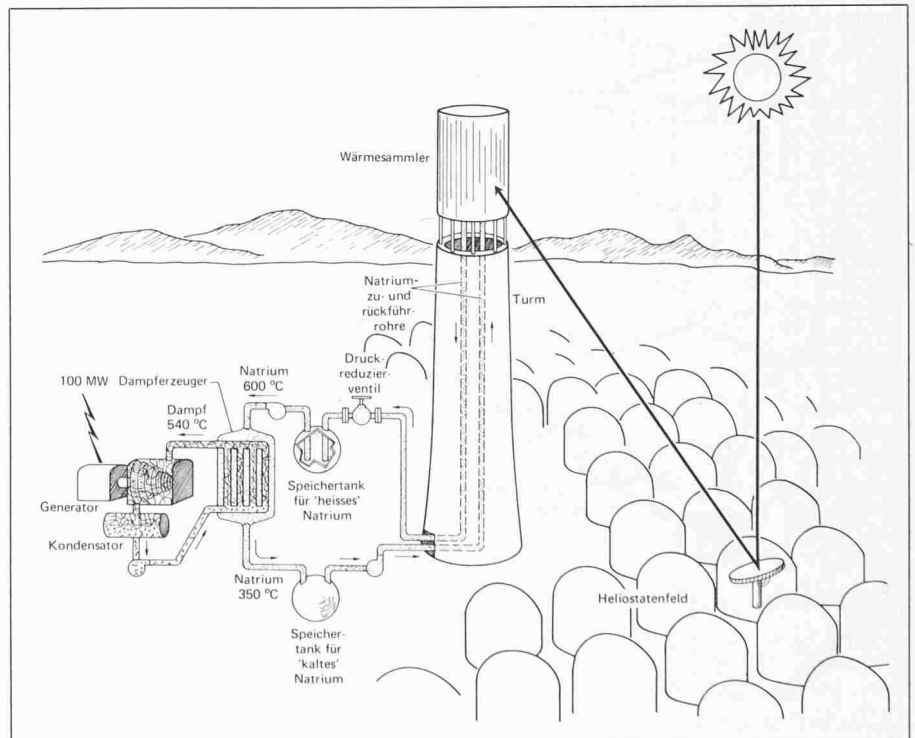
Dazu kommen noch die Küche, zwei Abwartwohnungen, verschiedene Nebenräume und Büros, die Luftschutzanlage, eine Heizzentrale sowie Parkplätze und Garagen.

Umschau

Erstes Sonnen-Grosskraftwerk mit Natriumkreislauf

Das erste Sonnen-Grosskraftwerk der USA – eine Zentrale mit 100 MW Leistung – wird seit kurzem für die amerikanische Regierung geplant. Im Rahmen eines 675 000-Dollar-Vertrags mit dem Energieministerium entwerfen Ingenieure des Forschungs- und Entwicklungszentrums der General Electric in Schenectady (New York) die Grundlagen für den neuartigen Sonnenriesen: Über 20 000 auf einem grossen Feld verteilte Spiegel werfen die Sonnenstrahlen auf einen Wärmesammler an der Spitze eines 60 Stockwerke hohen Turms. Aus der gebündelten Sonnenhitze gewonnener heisser Dampf wird schliesslich einer Dampfturbine zum Antrieb des Stromgenerators zugeführt.

Neu an der geplanten 100-MW-Sonnenanlage ist die Verwendung von flüssigem Metall, nämlich Natrium, für die Hitzeübertragung vom zentralen Wärmesammler zum Wasserdampferzeuger. Flüssiges Natrium hat die Fähigkeit, schnell grosse Wärmemengen aufzunehmen. Darum kann ein natriumgekühlter Wärmesammler viel kleiner ausgelegt werden als sein Gegenstück in einem wassergekühlten Sonnenkraftwerk der ersten Generation. Ferner ist der Druck in einem Kühlkreislauf mit Natrium wesentlich kleiner als in einem solchen mit Wasser, nämlich etwa drei statt 100 Atmosphären. Dies ermöglicht die Verwendung kostengün-



Mehr als 20 000 über eine Fläche von 2-3 km² verteilte Heliostat-Spiegel werfen die Sonnenstrahlung in tausendfacher Verdichtung auf die Turmspitze mit dem zentralen Wärmesammler. Das in Amerika geplante fortgeschrittene Sonnen-Grosskraftwerk von 100 MW verwendet flüssiges Natrium zum Wärmetransport vom Wärmesammler zu den beiden Dampferzeugern, von denen das vereinfachte Bild nur einen zeigt. Der Hochdruckdampf treibt die mit dem Stromgenerator verbundene Dampfturbine an. Dank den grossen Natrium-Wärmespeichertanks könnte das Sonnenkraftwerk selbst bei unterbrochenem Sonnenschein während drei Stunden auf der vollen Leistung weiterlaufen.

stiger Niederdruckeinrichtungen. Flüssiges Natrium eignet sich im weiteren hervorragend als Material für die Speicherung von Wärme. So könnte ein mit Natrium-Wärmespeichertanks ausgerüstetes Sonnenkraftwerk sogar bei kurzfristiger Bewölkung und in den frühen Abendstunden bei abnehmender Sonnenstrahlung auf voller Leistung betrieben werden.

In der gegenwärtigen Vorstellung der Planer werden die rund 20 000 Heliostat-Spiegel für das 100-MW-Kraftwerk auf einer Fläche von 2 bis 3 Quadratkilometern aufgestellt. Jeder Heliostat verfolgt mit Hilfe eines Mikrocomputers laufend die Sonne, um ihre Strahlen zum zentralen Sonnenwärmesammler hinaufzulenken. Dieser ist aus rund 65 Kilometern Eisen-Nickel-Chrom-Röhren aufgebaut und thront auf dem Kraftwerksturm in der Höhe von 60 Stockwerken. Die tausendfach gebündelte Sonnenstrahlung erhitzt die Wärmesammlerröhren bis auf

650 °C. Das in den glühend heissen Röhren zirkulierende flüssige Natrium erhitzt sich auf rund 600 °C. Es transportiert die gesammelte Wärme zu den Wärmeaustauschern am Fusse des Turms, wo 540 °C heisser Hochdruckdampf erzeugt und dem Turbogenerator zur Stromerzeugung zugeführt wird.

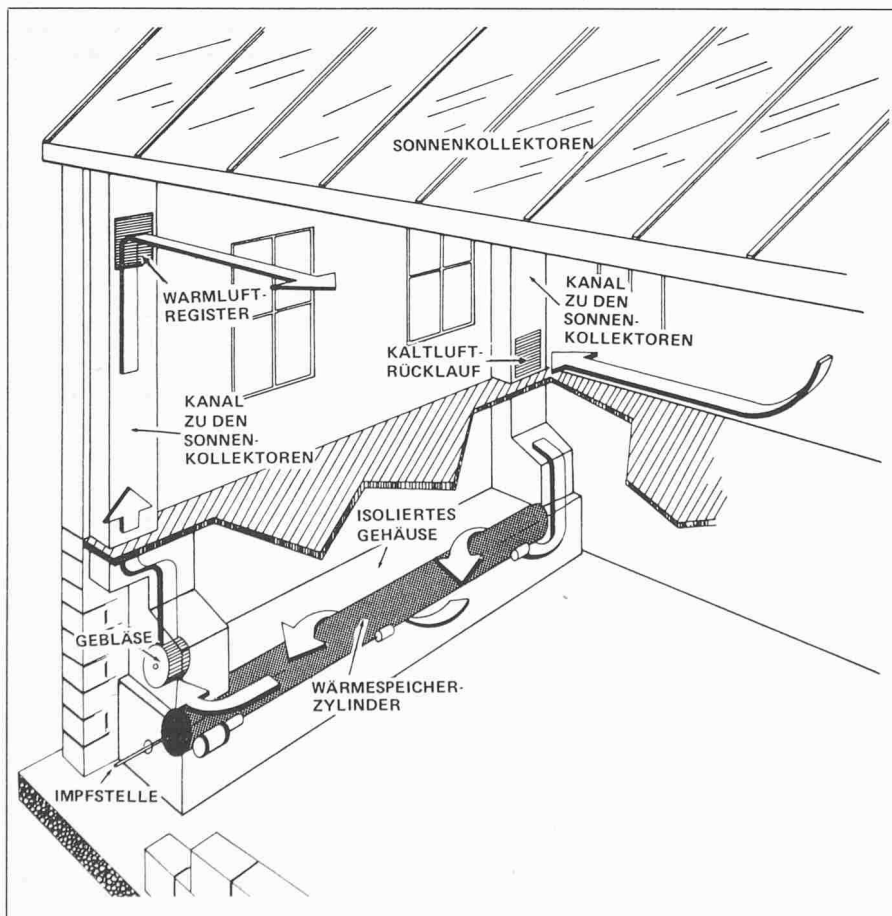
Der Natriumkreislauf mit seinem tiefen Betriebsdruck ermöglicht nicht nur eine leichtere Bauweise. Infolge der hohen Temperaturen verbessert sich auch der Wirkungsgrad wesentlich gegenüber dem von kleineren wassergekühlten Sonnenkraftwerken der ersten Generation, wie sie gegenwärtig gebaut werden. Die Spezialisten rechnen damit, dass kommerzielle Sonnenenergieanlagen nach dem fortgeschrittenen Natrium-Konzept in den späten neunziger Jahren auf dafür geeigneten Standorten Strom zu vertretbaren Preisen liefern könnten.

Ein Wärmespeicher-Konzept mit Glaubersalz und Drehzylinder

Eine mögliche Lösung des Problems, Sonnenenergie für trübe Tage aufzubewahren, haben Wissenschaftler beim Forschungs- und Entwicklungszentrum der General Electric in Schenectady (New York) entwickelt. Das mechanische Wärmespeichersystem zeichnet sich durch seine Einfachheit und Kostenwirksamkeit aus.

Das Konzept «Drehzylinder», das sich noch im Entwicklungsstadium befindet, verwenden

spezielle chemische Verbindungen mit hoher Wärme-Speicherkapazität. Dank seinen niedrigen zu erwartenden Kosten sowie dank seiner Kompaktheit wird es sich für den Einbau im Kellergeschoss von Wohn- und Geschäftshäusern eignen. Zu hohe Kosten und zu grosses Volumen sind bekanntlich Hauptnachteile von heute gebräuchlichen Wärmespeichern, die grosse Wassertanks oder noch grössere Gesteinsmassen verwenden.



Eine der zahlreichen Verwendungsmöglichkeiten des Drehzylinder-Wärmespeichers ist der Einbau im Kellergeschoss eines Sonnenhauses. Bei Sonnenschein wird in den Sonnenkollektoren auf dem Dach erhitzte Luft dem Wärmespeicher zugeleitet, umspült dort den Drehzylinder und kühlt sich dabei ab. Die immer noch etwas warme Luft kann anschliessend zur Raumheizung dienen. Am Abend und an trüben Tagen schliessen sich Klappen in den Luftkanälen automatisch und trennen so die Sonnenkollektoren vom System ab. Das nunmehr von der Wärmezufuhr abgeschnittene Glaubersalz im Drehzylinder beginnt zu kristallisieren und gibt nach und nach die gespeicherte Latenzwärme ab. Die den Zylinder umspülende Luft erwärmt sich dabei und zirkuliert dann durch das Haus

Das experimentelle Drehzylindersystem kann wahlweise verschiedene Wärmespeicher-Materialien mit hohen latenten Schmelzwärmen aufnehmen. Diese Substanzen absorbieren grosse Wärmemengen, z. B. Sonnenwärme, und schmelzen dabei. Entzieht man ihnen die Wärme wieder (etwa nachts oder bei trübem Wetter), «gefriert» das Material erneut und gibt dabei die gespeicherte Wärme ab.

Die bisherigen Untersuchungen haben sich hauptsächlich auf Glaubersalz (kristallwasserhaltiges Natriumsulfat) als Speichersubstanz konzentriert. Seine Heizwärmespeicherkapazität übertrifft die des gleichen Volumens Wasser um das Siebenfache, die von Stein zwölfmal. Dies, zusammen mit dem niedrigen Engros-Preis von etwa Fr. -.07 je Kilogramm und der bequemen Schmelztemperatur von 32,2 Grad Celsius, macht Glaubersalz zu einem realistischen Kandidaten für die Speicherung von Sonnenenergie.

Bisher ist es jedoch nicht gelungen, die Wärmespeicher-Eigenschaften von Glaubersalz praktisch zu nutzen. Frühere Bemühungen der Forscher wurden durch einen Einkapselungseffekt durchkreuzt, der nach jeweils 5 bis 10 Gefrier-Schmelz-Zyklen auftrat und die vollständige Verfestigung des Materials verhinderte. Diese Komplikation führte zu einer mit jedem Zyklus fortschreitenden Einbusse an Speicherkapazität der Pioniersysteme. Ausserdem litten alle früheren Gefrier-Schmelz-Wärmespeicher (Latenzspeicher) an der Bildung einer störenden Salzschiicht an den Behälterwänden. Diese Schicht bildet sich beim Gefrierprozess, bei dem Wärme abgegeben wird, und verschlechtert die Wärmeübertragung vom Salz durch die Behälterwand nach aussen. Eine naheliegende Idee zur Lösung dieser Schwierigkeiten war, das Wärmespeichermaterial behutsam umzurühren. Dieser Vorschlag führte zur Erfindung des Drehzylinder-Systems, das sich als höchst wirksame Möglichkeit entpuppt hat. Bei drei Umdrehungen je Minute ist die Rührwirkung im Drehzylinder-System gerade gross genug, um in der Glaubersalz-Füllung eine gleichmässige Temperaturverteilung, sehr nahe bei der Wandtemperatur, aufrechtzuerhalten. Unter diesen Bedingungen kristallisiert das Salz an Kristallisationskernen in der Flüssigkeit und nicht an den Wänden.

Allerdings spielt bei diesem Flüssig-fest-Übergang eine dünne, röhrenförmige Einrichtung eine Schlüsselrolle, gewissermassen als «Impfstelle». Dieses Rohr ist durch das eine Ende des rotierenden Gefässes ins Innere eingebracht und enthält «Keim»-Kristalle, die den Kristallisationsprozess in Gang bringen, sobald die Temperatur der Flüssigkeit unter den Gefrierpunkt fallen möchte.

Die Wirksamkeit des Drehzylinder-Konzepts wurde in Laborexperimenten mit Flaschen von einigen Litern und neulich mit Stahlfässern von etwa 200 Litern demonstriert. Diese Behälter sind zu 95% mit Glaubersalz gefüllt und werden auf Rollen durch einen kleinen Motor mit drei Umdrehungen je Minute stetig gedreht. Kleine Heissluft-Gebläse simulieren die Sonnenenergie-Zufuhr, die in typischen Anwendungen das Wärmespeichermaterial schmelzen würde.

Für das kommende umfangreiche Versuchsprogramm, das sich über 30 Monate erstrecken wird, hat das staatliche Department of Energy der GE Regierungsbeiträge zugesichert. In diesem Programm soll der Prototyp



Der Erfinder des «Wärmefasses», Carlyle S. Herick, bei einer Temperaturmessung am Versuchs-Wärmespeicher. Die Warmluftgebläse links und rechts im Bild simulieren die Sonnenwärmezufuhr. Der dünne Stab in der Fassmitte ist die «Impfstelle» zur Auslösung des Gefriervorgangs, der die gespeicherte Wärme freisetzt

eines 750-Liter-Drehzylinder-Systems geplant, gebaut und getestet werden. Es wird die Grundlagen für den Bau eines Drehzylinders von kommerzieller Grösse liefern.

Eine kommerzielle Variante wäre ein schlanker rotierender Tank mit 3000 Litern Glaubersalz. Mit einer Speicherkapazität von 1 Gigajoule könnte ein solches System unter heutigen schweizerischen Verhältnissen ein älteres Einfamilienhaus mit 125 Quadratmetern Wohnfläche während einem Tag bei einer Aussentemperatur von minus 2 Grad Celsius auf einer Innentemperatur von 21 Celsiusgraden halten. Für ein neueres Haus mit besserer Isolation und kleineren Verlusten durch Lufttritzen würde der Speicher während drei bis vier Tagen zu erbringen. Bei diesen Abschätzungen wurde ein Wärmebedarf von 50 Megajoule je Grad Celsius und Tag im ungünstigeren Fall, und im günstigeren Fall der dritte bis vierte Teil dieses Wertes, sowie eine komfortable Heizgrenze von 18 Grad Celsius angenommen. Anders ausgedrückt, der Speicher für ein Einfamilienhaus, je nach Bauart, deckt den Wärmebedarf von etwa 20 bis 70 Celsiusgrad-Tagen.

Ein opto-elektronischer Sensor für Industrieroboter

Der Anwendungsbereich von Industrierobotern lässt sich mit Sensoren, die Veränderungen im Werkstückbereich wahrnehmen können, wesentlich erweitern. Die Entwicklung von leistungsfähigen, kostengünstigen Mikrocomputern in den letzten fünf Jahren erlaubt es, solche Sensoren mit einem relativ hohen Mass an künstlicher Intelligenz auszurüsten.

Die Grenze zwischen dem, was mit *Handhabeautomat* bezeichnet wird, und einem Roboter ist fließend. Während ein Handhabeautomat fest programmiert einen bestimmten Arbeitsvorgang ausführt, der vielleicht lediglich durch das Verstellen von mechanischen Endanschlägen (z. B. Transversalbewegung bis zu einer durch einen mechanischen Anschlag definierten Endlage) beschränkt variiert werden kann, wird von

Für eine Schweiz. Vereinigung für Holzenergie

Das «Forum für Holz» hat an seiner letzten Sitzung u. a. auch die Frage der *zukünftigen Bedeutung der energetischen Holzverwertung* behandelt. Nach eingehender Diskussion ist das «Forum für Holz» zur Überzeugung gelangt, dass in Zukunft vermehrt gemeinsame Anstrengungen nötig sind, um das vorhandene Potential an Holzenergie optimal zu nutzen. Holz ist ein einheimischer, regenerierbarer Rohstoff, der auch seinen Beitrag an die Energieversorgung leisten kann. Dies gilt nicht nur für normale Zeiten, sondern insbesondere auch bei Mangelsituationen. Gleichzeitig hilft die energetische Verwertung von Holz und Holzabfällen mit, die Pflege der Wälder sicherzustellen sowie die Abfallprobleme der Holzindustrie zu lösen. Im Blick auf die Ergebnisse der Kommission für eine Gesamtenergiekonzeption fehlt für Holz und Holzabfälle – im Vergleich zu anderen Energieträgern – eine bei Behörden und in der Öffentlichkeit anerkannte Organisation, die deren Interesse auf breiter Ebene wirksam vertritt. In diesem Sinne unterstützt das «Forum für Holz» die von einer Initiativgruppe vorgeschlagene Gründung einer schweizerischen Vereinigung für Holzenergie mit folgenden Zwecken und Zielen:

- Zusammenfassen aller an der Holzenergie interessierten Kreise,
- Bildung eines Aktionszentrums, das Holz und Holzabfälle als Energieträger zum Inhalt hat,
- Interessensvertretung der Holzenergie im

Rahmen der Energiepolitik (Bund, Kantone und Gemeinde), in den Kreisen der Wald- und Holzwirtschaft, der Industrie und Landwirtschaft und in einer weiteren Öffentlichkeit.

Im besonderen sind mit einer konstituierten Organisation, die sowohl in- wie ausländische, sachkundige Mitarbeiter und Institutionen auf dem Gebiete der Holzenergie beiziehen kann, folgende Tätigkeiten anzustreben:

- gezielte und kontinuierliche Information über Holz und Holzabfälle als Energieträger
- intensive Beratung über Holz und Holzabfälle als Energieträger, über Holzfeuerungen, technische Anlagen, Umweltschutzbestimmungen, Brandversicherungs-, Baubestimmungs- und Gesetzesfragen
- Bestandaufnahme und neue Impulse auf dem Gebiete der Forschung und Entwicklung der energetischen Holzverwertung
- Aus- und Weiterbildung von Feuerungs- und Energiespezialisten auf dem Gebiete der Holzenergie und Holzfeuerung
- Zusammenarbeit mit Institutionen, wie z. B. der EMPA, mit Ingenieurschulen, Versuchs- und Forschungsanstalten, Hochschulinstitutionen u.a.m.
- Beizug und Beschaffung der für diese Aktionen und Tätigkeiten erforderlichen personellen, sachlichen und finanziellen Mittel.

einem Roboter weit mehr Flexibilität erwartet. Er ist in seinen Bewegungen frei steuerbar, auf andere Aufgaben umprogrammierbar und kann im Zusammenwirken mit Sensoren auf Veränderungen in seinem Arbeitsfeld reagieren. Gelangen beispielsweise Werkstücke ungeordnet und an unterschiedlichen Stellen in den Arbeitsbereich des Roboters, so ist es wichtig zu erkennen, wo und wie weit entfernt das Stück liegt, das als nächstes ergriffen und verarbeitet werden soll. Diese Informationen erhält der Roboter von Sensoren, deren Intelligenz damit entscheidend die Anwendungsbreite des Roboters bestimmen.

In einem automatisierten Fertigungsbetrieb entsteht ein Grossteil der Kosten bei einem Produktwechsel durch die Umrüstung von Vorrichtungen für den Werkstücktransport und die Positionierung für eine geordnete Weiterverarbeitung. Da solche Vorrichtungen oftmals speziell der Form der Werkstücke angepasst sind, müssen sie in den meisten Fällen komplett ausgetauscht werden, was mit einem hohen Kosten- und Zeitaufwand verbunden sein kann. Dieser Aufwand wird im Bereich der Grossserienfertigung in Kauf genommen. Bei der Fertigung kleiner und mittlerer Stückzahlen erschien bisher eine Automatisierung des Werkstücktransportes in vielen Fällen unrationell.

Ein entscheidender Schritt zur Rationalisierung von Fertigungsabläufen ist durch die Einführung von *programmierbaren* Werkzeugmaschinen und Handhabeautomaten unternommen worden, wobei diese durch Austauschen von Programmen auf andere Werkstücke umgestellt werden können. Was aber in der Kette fehlte, sind in einfacher Weise programmierbare, flexible Erkennungs- und Positionierungseinrichtungen für die Verknüpfung von Materialfluss und Bearbeitungsmaschinen.

Im Brown-Boveri-Forschungszentrum wurde ein opto-elektronischer Sensor entwickelt, der mit einer Fernsehkamera die Werkstückszene beobachtet, Werkstücke erkennt, von anderen unterscheidet sowie deren Lagekoordinaten bestimmt und mit diesen Informationen einen Roboter entsprechend steuert. Zu Beginn muss dem Sensor das betreffende Werkstück in einem Lernvorgang bekannt gemacht werden. Das Kennlernen eines Objektes erfolgt durch Zeigen eines fehlerfreien Musters in einer gewählten Referenzlage. Ein Objekt wird durch die verschiedenen Ansichten in den stabilen Auflagearten charakterisiert, denen jeweils eine Kennzahl zugewiesen wird. Dabei werden ausgewählte Merkmale des Werkstückabbildes sowie die Lagekoordinaten als Referenzgrößen abgespeichert.

Roboter, wie sie heute in der Industrie zu finden sind, zählt man zur ersten Generation. Ihre Haupteigenschaften sind Zuverlässigkeit, Ausdauer und Kraft. Werden sie mit Sensoren ausgerüstet, ordnet man sie der *zweiten Generation* zu. Diese Roboter haben die Möglichkeit, sich entsprechend der Situation in ihrem Arbeitsbereich zu verhalten. Sie werden sich in naher Zukunft ein weites Anwendungsfeld in der Industrie erobern. Roboter der *Generation 3* erwartet man gegen Ende des 20. Jahrhunderts. Diese sollen in der Lage sein, sich bei der Arbeit zu überwachen und selbst komplexe Entscheidungen zu treffen. Es wird in erster Linie von der Entwicklung intelligenter Sensoren abhängen, wohin die Robotertechnologie in Zukunft führen wird. Entscheidenden Einfluss hierauf nehmen nicht zuletzt die immer leistungsfähigeren Mikrocomputer, deren zukünftige Entwicklung heute noch kaum absehbar ist.