

Systemschaltungen*)

Von Dipl.-Ing. Hans Krinninger, Rosenheim

Die Wirtschaft der Bundesrepublik Deutschland schickt sich an, der bedrohlich werdenden Verknappung an fossilen Brennstoffen durch Verwertung der Sonnenenergie bei Heizungsanlagen zu begegnen. Es handelt sich also hier um ein Neuland, weshalb sich die Technologie auf diesem Gebiet erst an die optimalen Lösungen herantasten muß.

Auch der hier vorliegende Beitrag über System-schaltungen von Heizungsanlagen mit Verwertung von Sonnenenergie versteht sich in diesem Sinne als ein erster Vorschlag für den Aufbau von Heizungsanlagen mit Verwertung der Sonnenenergie.

Kollektorkreislauf

Wesentlichster Bestandteil jeder Heizungsanlage mit Verwertung von Sonnenenergie ist der Kollektorkreislauf (Bild 1). Dieser besteht aus dem am Dach angebrachten Kollektoren (1), einer Umwälzpumpe (2) mit nachgeschalteter Rückschlagklappe (4), dem Wärmespeicher (7) und den verbindenden Rohrleitungen. Zur Volumenausdehnung wird noch ein Ausdehnungsgefäß (5) benötigt und analog den sicherheitstechnischen Vorschriften für Heizungsanlagen ein Sicherheitsventil (6).

Der Kollektorkreislauf ist entweder mit Wasser oder einem Gemisch aus

Wasser und einem geeigneten Frostschutzmittel (z.B. Glykol oder Äthylen) gefüllt. Grundsätzlich könnte man dem Wasser auch Salzlösungen als Frostschutzmittel beimischen, jedoch wird man aus Gründen des Korrosionsschutzes die vorher genannten organischen Verbindungen bevorzugen. Verwendet man reines Wasser, dann ist man gezwungen, bei Frostgefahr das Wasser aus den Kollektoren ablaufen zu lassen.

Unter Abwägung aller Vor- und Nachteile des geschlossenen Kollektorkreislaufs mit beigefügten Frostschutzmitteln und des offenen Kollektorkreislaufs ohne Frostschutzmittel, aber mit Entleerungsmöglichkeit, räumt der Verfasser für mitteleuropäische Verhältnisse dem ersteren den Vorzug ein. Aus diesem Grunde wird bei allen System-schaltungen die im weiteren Verlauf angegeben werden, von einem geschlossenen Kollektorkreislauf ausgegangen.

Der in Bild 1 dargestellte Wärmespeicher enthält in seinem Inneren einen Speicher-Brauchwasserbereiter (8). Die Größe des Wärmespeichers muß optimal bemessen werden, wobei für die Optimierung die Werte des Verbrauchs und der zur Verfügung stehenden Sonnenenergie mit all ihren Abhängigkeiten von der Jahreszeit, den Wetterbedingungen usw. erforderlich sind.

Bei der Bemessung der Rohrleitungen für den Kollektorkreislauf sollte man beachten, daß die gewonnene Sonnenenergie um so wertvoller ist, je höher die Temperatur des aus dem Kollektor kommenden Wärmeträgers ist. Aus diesem Grunde soll der Massenstrom des Wärmeträgermediums für eine große Temperaturdifferenz zwischen Ein- und Austritt am Kollektor bemessen werden. Dies ergibt relativ dünne Rohrleitungen und eine Umwälzpumpe mit nur geringer Leistung.

Um die Temperaturdifferenz zwischen Kollektorein- und Kollektorausstritt auch bei geringerer Zufuhr von Sonnenenergie groß halten zu können, empfiehlt sich die Verwendung von Umwälzpumpen mit regelbarem Förderstrom. Die Heizungsindustrie ist bereits dabei, derartig regelbare Umwälzpumpen auf den Markt zu bringen.

Im übrigen sorgt die im Kollektorkreislauf eingebaute Regelanlage dafür, daß die Umwälzpumpe nur dann eingeschaltet ist, wenn die Austrittstemperatur am Kollektor (T_K) gleich oder höher ist als die Temperatur des Wärmespeichers (T_S).

Brauchwasserbereitung

Die Brauchwasserbereitung mit Hilfe von Sonnenenergie kann wie in Bild 2 vorgenommen werden. Das im Kollektor erwärmte Wärmeträgermedium überträgt seine Wärme in einem Doppelmantelboiler dem Brauchwasser.

Um im Schadensfall mit größerer Sicherheit ein Eindringen des Frostschutzmittels in die Trinkwasserversorgung zu verhindern, wird das Heizmittel des Kollektorkreislaufs, welches beispielsweise mit Glykol angereichert ist, nur innerhalb einer Heizschlange durch den Wärmespeicher geführt.

Das so erwärmte Brauchwasser wird anschliessend in den Speicher-Brauchwasserbereiter eines konventionellen Heizungskessels mit Ladepumpe geleitet. Hat das Brauchwasser die gewünschte Temperatur noch nicht erreicht, so schaltet ein Regler die Ladepumpe ein, wodurch die noch zusätzlich erforderliche Heizleistung dem Brauchwasser durch das Kesselwasser übertragen wird. In dem Augenblick, in dem das Brauchwasser die gewünschte Temperatur erreicht hat, schaltet der Regler die Ladepumpe wieder ab.

Gebäudeheizung

Die Verwertung der Sonnenenergie für Gebäudeheizung ist etwas problematischer, weil die Temperatur des im Wärmespeicher durch die Kollektoren erwärmten Heizwassers nur zeitweise im Jahresverlauf der erforderlichen Vorlauftemperatur genügen kann. Es ist deshalb eine Schaltung vorzusehen, bei der das im Wärmespeicher nicht ausreichend erwärmte Heizwasser in einem konventionellen Heizungskessel nachgeheizt werden kann.

Hier wird ein Dreiwege-Mischventil in dem Augenblick umgeschaltet, in dem die Temperatur des Speicherwassers kleiner ist als die in Abhängigkeit von der Außentemperatur erforderliche Vorlauftemperatur. Ab diesem Moment strömt der Rücklauf vom Wärmeverbraucher nicht mehr durch den Wärmespeicher, sondern durch den Heizkessel und wird dort auf die in Abhängigkeit von der Außentemperatur erforderliche Vorlauftemperatur gebracht. Die individuelle Regelung der Vorlauftemperatur zu den Wärmeverbrauchern kann zusätzlich wie bei anderen konventionellen Heizungsanlagen durch Dreiwege-Mischventile vorgenommen werden.

*) Vortrag, gehalten beim Kolloquium der DGS am 3. April 1976 in Nürnberg und auf der Tagung "Heizen mit Sonne" am 23./24. Februar 1976 in Göttingen, vollständig abgedruckt im Tagungsbericht.

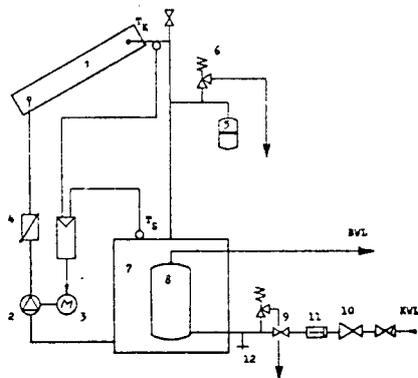


Bild 1: Kollektorkreislauf; Verwertung der Sonnenenergie für Brauchwasserbereitung
1 Kollektor, 2 Umwälzpumpe, 3 Motor, 4 Rückschlagklappe, 5 geschlossenes Ausdehnungsgefäß, 6 Sicherheitsventil, 7 Wärmespeicher, 8 Speicher-Brauchwasserbereiter, 9 Absperrventil, 10 Druckminderventil, 11 Rückflußverhinderer, 12 Auslaufventil

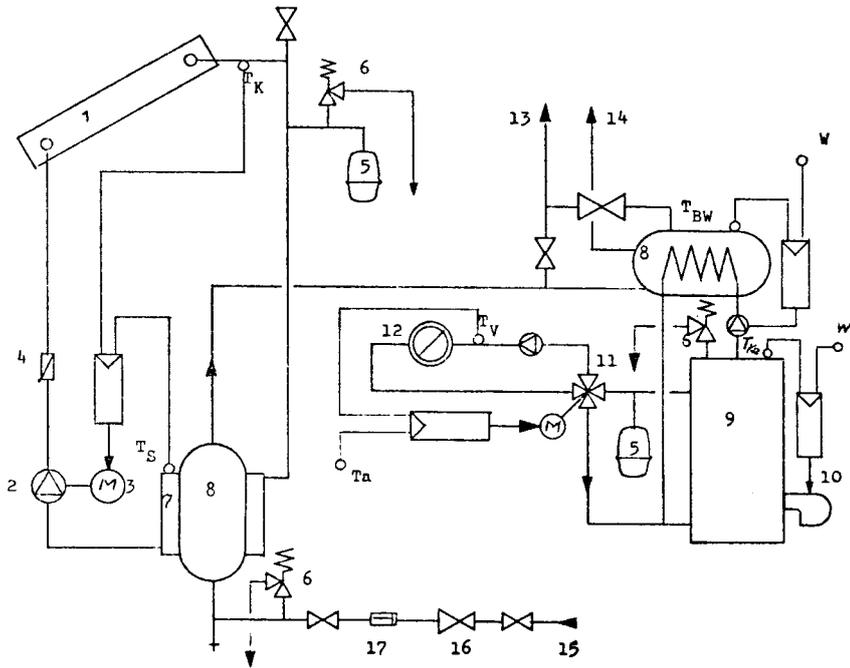


Bild 2: Verwertung der Sonnenenergie für Brauchwasserbereitung
 1 Kollektor, 2 Umwälzpumpe, 3 Motor, 4 Rückschlagventil, 5 geschl. Ausdehnungsgefäß, 6 Sicherheitsventil, 7 Doppelmantel (Wärmespeicher), 8 Speicher-Brauchwasserbereiter, 9 Zentralheizungskessel, 10 Brenner, 11 Vierwege-Mischventil, 12 Wärmeverbraucher, 13 Brauchwasserleitung, 14 Zirkulationsleitung, 15 Kaltwasserleitung, 16 Druckminderventil, 17 Rückflußverhinderer

Heizen und Brauchwasserbereitung

Will man für eine Heiz- und Brauchwasserbereitungsanlage auch die Sonnenenergie nutzen, so eignet sich beispielsweise eine Schaltung nach Bild 3. In diesem Fall ist im Wärmespeicher (7) ein Speicherbrauchwasserbereiter eingebaut, in dem das Brauchwasser entweder ganz oder teilweise erwärmt wird. Ist die gewünschte Wassertemperatur nicht erreicht, so wird das vorgewärmte Brauchwasser z.B. noch durch einen elektrisch beheizten Brauchwasserbereiter oder einen Gasdurchlauferhitzer geschickt. Auch wenn die elektrische Energie wesentlich teurer ist als Wärmeenergie aus Heizöl, so ist diese Lösung wegen des hohen Wirkungsgrades bereits vorteilhaft. Im Sommer ergeben sich auf jeden Fall hier günstigere Betriebskosten als im Falle der Brauchwasserbereitung bei Heizkesseln mit eingebauten Brauchwasserbereitern.

Bezüglich der Gebäudeheizung gilt sinngemäß dasselbe, wie im vorausgehenden Abschnitt. Hinzuzufügen wäre, daß die Ausnutzung der Sonnenenergie größer ist, wenn die Kesselvorlauftemperatur genau in Abhängigkeit von der Außentemperatur gefahren wird. Dies bedeutet allerdings, daß sich in diesem Fall eine Brauchwasserbereitung in Kombination mit Heizkessel nur schlecht verwirklichen läßt, weil in der Übergangszeit und bei wärmeren Außentemperaturen dann die Kesselvorlauftemperatur für eine ausreichende Brauchwasserbereitung nicht ausreichen würde.

Kombiniert über den Heizkessel

Die kombinierte Heiz- und Brauchwasserbereitung über den Heizkessel unterscheidet sich von dem oben genannten lediglich durch diese Kombination. Es wird also hier in dem im Wärmespeicher eingebauten Speicher-Brauchwasserbereiter das Brauchwasser entweder teilweise oder völlig ausreichend erwärmt. Anschließend ge-

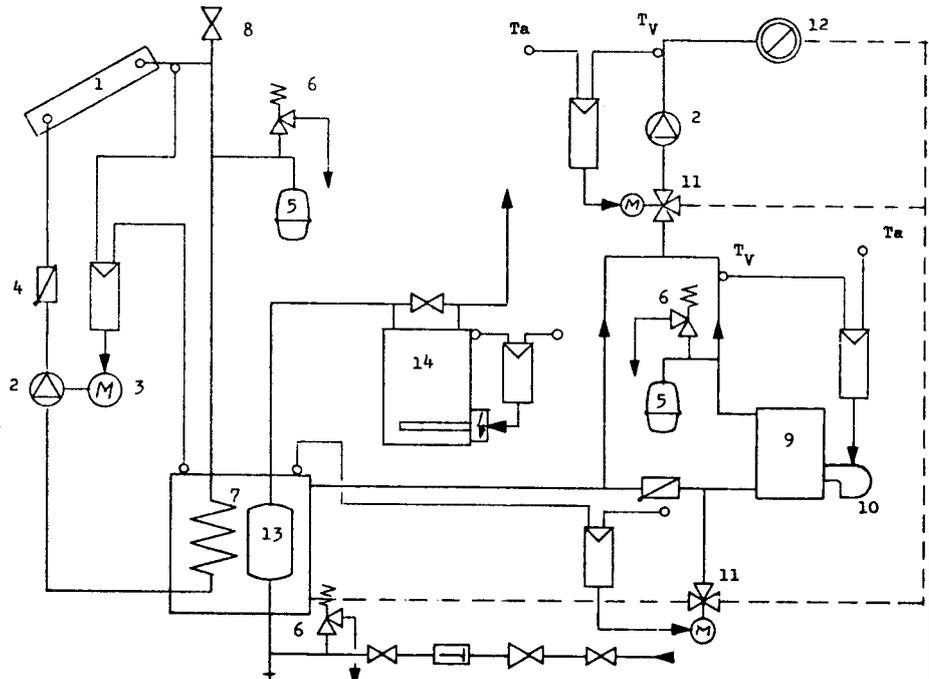


Bild 3: Verwertung der Sonnenenergie in Gebäudeheizung mit Brauchwasserbereitung (Über Durchlauferhitzer)
 1 Kollektor, 2 Umwälzpumpe, 3 Motor, 4 Rückschlagklappe, 5 geschlossenes Ausdehnungsgefäß, 6 Sicherheitsventil, 7 Wärmespeicher, 8 Entlüftung, 9 Heizkessel, 10 Brenner, 11 Dreiwegeventil, 12 Wärmeverbraucher, 13 Brauchwasserbereiter im Wärmespeicher, 14 Durchlauferhitzer

langt es in den Speicher-Brauchwasserbereiter eines Heizungskessels konventioneller Bauart und wird hier, wenn nötig, auf die gewünschte Temperatur erwärmt. Diese Betriebsweise setzt voraus, daß die Temperatur des Kesselwassers (T_K) ausreichend hoch ist, weshalb in diesem Fall mit Hilfe eines Reglers eine konstante, genügend hohe Kesseltemperatur gefahren wird.

Zusätzliche Kombination mit Schwimmbadbeheizung

In den Fällen, in denen es auch um die Beheizung eines Schwimmbades geht (Bild 4) läßt sich Sonnenenergie besonders günstig ausnützen. Dies rührt daher, daß zum Aufheizen des Schwimmbadwassers nur relativ niedrige Temperaturen (etwa 35 bis 45 °C) benötigt werden. Ein derartiges Temperaturniveau kann aus einem mit Sonnenenergie aufgeheiztem Wärmespeicher sehr lange vorgehalten werden.

Eine derartige Heizung, bei der auch ein Schwimmbad beheizt werden muß, zeigt das Schaltschema in Bild 7. Es wird besonders dadurch gekennzeichnet, daß die Vorlauftemperaturen zur Gebäudeheizung und zur Erwärmung des Schwimmbadwassers getrennt geregelt werden. Bei der Gebäudeheizung schaltet ein Dreiwegeventil den Kreislauf vom Wärmespeicher auf den Heizkessel um, wenn die Temperatur des Wärmespeichers nicht mehr der Vorlauftemperatur genügt, die aufgrund der gegebenen Außentemperatur erforderlich ist. Bezüglich der Beheizung des Schwimmbadwassers wird eine derartige Umschaltung nur sehr viel seltener erforderlich sein, da die Tempera-

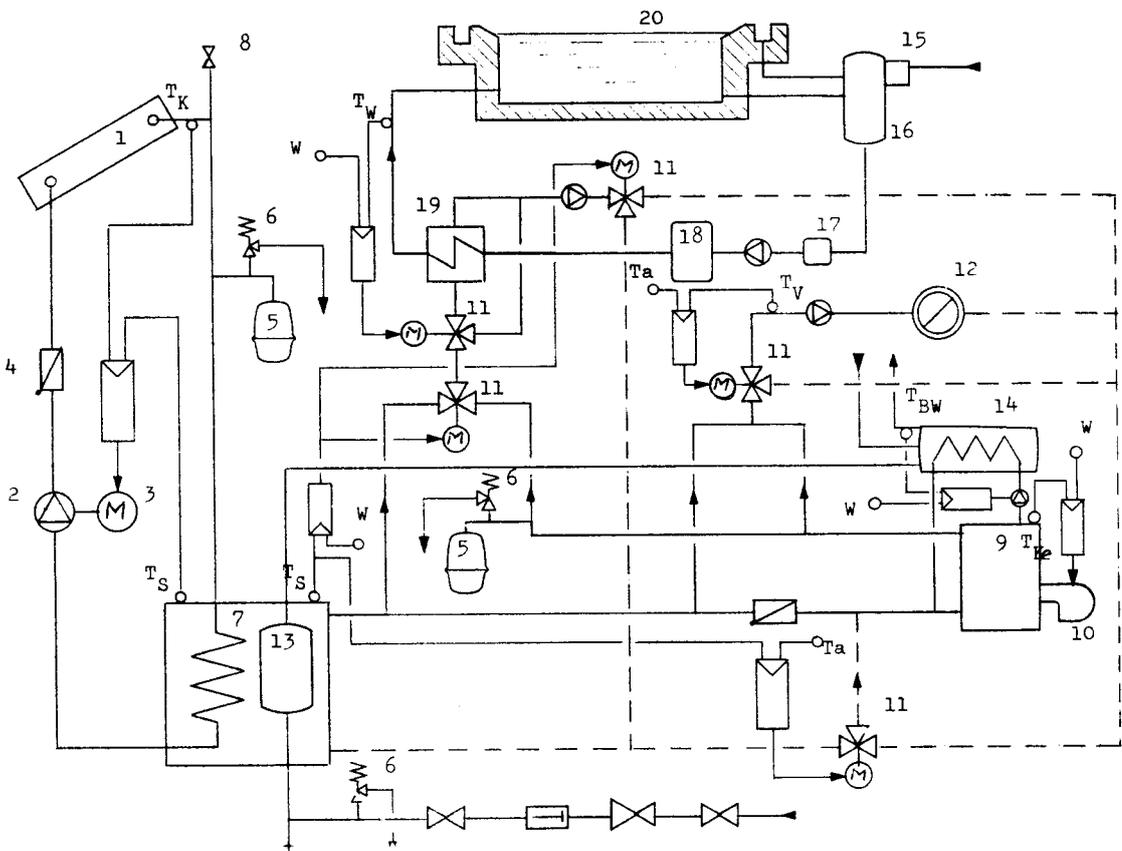


Bild: 4 Verwertung der Sonnenenergie in Gebäudeheizung mit Brauchwasserbereitung (über Heizkessel) und Schwimmbadbeheizung
 1 Kollektor, 2 Umwälzpumpe, 3 Motor, 4 Rückschlagklappe, 5 gesch. Ausdehnungsgefäß, 6 Sicherheitsventil, 7 Wärmespeicher, 8 Entlüftung, 9 Heizkessel, 10 Brenner, 11 Dreiwegventil, 12 Wärmeverbraucher, 13 Brauchwasserbereiter im Wärmespeicher, 14 Brauchwasserbereiter komb. mit Heizkessel, 15 Frischwasserzugabe, 16 Ausgleichbehälter, 17 Sieb und Fällmittelzugabe, 18 Filter, 19 Wärmetauscher, 20 Schwimmbaden

Der Wärmespeicher meistens den Wert der erforderlichen Vorlauftemperatur für die Schwimmbadbeheizung aufweisen kann. Muß jedoch die Umschaltung ebenfalls auf den Kesselkreislauf erfolgen, so muß gleichzeitig neben dem ersten Dreiwege-Ventil ein zweites Dreiwege-Ventil umgeschaltet werden. (in Bild 7 direkt unter dem Schwimmbaden eingezeichnet), damit nicht nur der Vorlauf sondern auch der Rücklauf in den Kreislauf durch den Kessel einbezogen wird.

Bezüglich der Brauchwasserbereitung gilt sinngemäß dasselbe wie im vorausgehenden Abschnitt.

Einschalten einer Wärmepumpe

Immer häufiger werden Wärmepumpen in heizungstechnischen Anlagen eingesetzt. Dies hängt damit zusammen, daß die Deckung des Wärmebedarfs insgesamt durch fossile Brennstoffe zunehmend teurer wird. Z.B. ist bei Schwimmbädern, in deren Nähe Wärme mit niedrigem Temperaturniveau aus einem Fluß entnommen werden kann, im Allgemeinen die Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpe gegeben. Sie läßt sich durch Sonnenkollektoren weiter verbessern.

In Bild 5 wird das Schaltschema einer Anlage dargestellt, bei der es um die Beheizung sowohl des Gebäudeteils als auch des Wassers eines Schwimmbades geht. Der Wärmespeicher (7) kann bei dieser Anlage durch

die Sonnenkollektoren als auch durch Flußwärme aufgeladen werden. Die Umschaltung von den Sonnenkollektoren auf die Flußwärme erfolgt dann, wenn z.B. im Winter die Temperatur der Kollektoren unter die Temperatur des Flußes absinkt. Wird der Wärmespeicher durch Flußwärme aufgeladen, so läuft die Umwälzpumpe des Kollektorkreislaufes beständig, d.h., der Regler für das Aus- und Einschalten dieser Umwälzpumpe in Abhängigkeit von der Kollektor- und Speichertemperatur ist dann abgeschaltet.

Reicht die Temperatur des Wärmespeichers für die Beheizung der Wärmeverbraucher nicht mehr aus, so wird durch Umschalten des mittleren Dreiwege-Ventils der Wärmekreislauf durch die Wärmepumpe freigegeben. Hier gelangt ein Teil des Speicherwassers in den Verdampfer (14) und sorgt für eine ausreichende Verdampfung des Kältemittels. Ein anderer Teil des Speicherwassers wird dem Kondensator zugeführt, in dem es weiter erwärmt wird. Anschließend gelangt dieses so erwärmte Wasser zu den Wärmeverbrauchern.

Es wird unterstellt, daß für die Beheizung des Schwimmbadwassers das erwärmte Wasser immer eine ausreichend hohe Temperatur aufweisen wird. Sollte diese Temperatur jedoch nicht für die Raumheizung (12) genügen, besteht die Möglichkeit der Nachheizung in einem elektrisch beheizten Wärmetauscher (9).

Für den Rücklauf aus der Gebäudeheizung ist es günstiger, ihn nicht mit dem übrigen Rücklauf zu verbinden, sofern er noch eine höhere Temperatur hat als die Austrittstemperatur des Heizungswassers aus dem Kondensator hat. Für diesen Fall schaltet ein Dreiwege-Ventil den Rücklauf aus der Gebäudeheizung um, so daß es dem elektrisch beheizten Wärmetauscher bereits mit einer hohen Temperatur wieder zugeführt werden kann. Selbstverständlich könnte die ganze Anlage auch so ausgelegt werden, daß der elektrisch beheizte Wärmetauscher entweder überhaupt nicht benötigt würde oder durch einen konventionellen Heizkessel ersetzt werden könnte.

Literaturhinweise

- (1) Daniels, K.: Solar-Energie, HL-Technik, München
- (2) Klöckner, E.: Die praktische Nutzung der Sonnenenergie, Wettstetten
- (3) Zink, W. u. Prof. Dr. Ing. Schöll: Solarenergie heute, Unterensingen
- (4) Krinninger, H.: Projektierung von Hallenschwimmbädern, HLH 1976, Nr. 1, S. 10 u. Nr. 2, S. 61
- (5) VDI-Richtlinie 2068: Meß-, Überwachungs- und Regelgeräte in heizungstechnischen Anlagen mit Wasser als Wärmeträger, Nov. 1974
- (6) DIN 4751: Sicherheitstechnische Ausrüstung von Heizungsanlagen mit Vorlauftemperaturen bis 110 °C, Sept 1968, Blatt 2