

# **Betrachtungen zum Einsatz von Sockelheizleisten als Einrohrsystem - Stand 2019 -**

Inhalt:

1. Einordnung des Sockelleisten Heizsystems nach Alfred Eisenschink in den damaligen Entwicklungsstand der Heiztechnik und die Wertstellung des Themas Energieverbrauch und Ressourcenverfügbarkeit in der Bundesrepublik 1970.
2. Grundlagen der hydraulischen Verhältnisse in Sockelleisten-Einrohrsystemen.
3. Neubewertung der damaligen Systemvorteile unter Berücksichtigung des heutigen Wissensstandes und der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen.
4. Kostenvergleich zwischen dem Einsatz der Sockelleistenheizung als Einrohr- und als Zweirohrsystem.
5. Zusammenfassung des Erkenntnisstandes 2019

## **1. Einordnung des Sockelleisten Heizsystems nach Alfred Eisenschink in den damaligen Entwicklungsstand der Heiztechnik und die Wertstellung des Themas Energieverbrauch und Ressourcenverfügbarkeit in der Bundesrepublik 1970**

Die Sockelleistenheizung als Einrohrsystem (nachfolgend SLH ERS abgekürzt), kam Anfang 1960 aus den USA nach Deutschland und wurde Anfang 1970 von Alfred Eisenschink optimiert und im Rahmen des Fachbuches „Falsch geheizt ist halb gestorben“ (1973) einem breiten Publikum ausführlich bekannt gemacht. Dieses Buch ist in den nachfolgenden 40 Jahren in mehreren Auflagen erschienen und sorgte für die Popularität des SLH ERS, zumal Alfred Eisenschink nicht mit klaren Worten in seinen Veröffentlichungen zum Thema geizte. Durch sein umfangreiches Fachwissen und seine klare Positionierung zur weiteren sinnvollen technischen Entwicklung und auch sein gesamtgesellschaftliches Verantwortungsgefühl, war er ein bedeutender Vordenker seiner Zeit.

Fester Bestandteil des SLH ERS von A. Eisenschink war dessen Fixierung auf den Einsatz als Einrohrsystem. Um dies besser verstehen zu können, muß man diese Entwicklung im Rahmen des damaligen Entwicklungsstandes der Heizungstechnik betrachten. In den 1960-er Jahren wurde es durch den Einsatz von neu entwickelten kompakten Heizungspumpen und kleinen geschlossenen Membran-Ausdehnungsgefäßen möglich, die reaktionsträgen, korrosionsanfälligen und aufwendig herzustellenden Schwerkraftheizungsanlagen durch neue geschlossene Heizungsanlagen zu ersetzen. Es entstanden sowohl die Einrohr- als auch Zweirohrheizsysteme als geschlossene Systeme mit Umwälzpumpenbetrieb (von 1970 bis nach 1980 wurden mehr als 2 Millionen Einrohrheizungsanlagen in der BRD errichtet). Gleichzeitig war es die Geburtsstunde von den vielfältigsten technischen Heizsystemen. Sehr viel Neues wurde entwickelt, Altes versucht zu „verbessern“ aber auch Besitzstands- und Machtverhältnisse zu bewahren. In dieser bewegten Aufbruchzeit der noch jungen Zentral-Heizungstechnik gab es sehr viele unbrauchbare Entwicklungsstränge aber auch einige wenige innovative Lösungen. Das SLH ERS von A. Eisenschink war zur damaligen Zeit eine solche technisch fortschrittliche Innovation.

Der Vorteil des SLH ERS lag aus der Sicht des Erfinders A. Eisenschink aus damaliger Sicht sowohl in der einfachen Montierbarkeit, der geringeren Materialmengen als auch dem geringeren Installationsaufwand. Die Tatsache das die Rohrnetzhydraulik (konstantes Volumenstromsystem) aufwendig zu berechnen war (iterativer Berechnungsprozess) und auch hydraulisch nie wirklich optimal zu beherrschen war, wurde nicht als Nachteil benannt sondern durch genügende Leistungsreserven bei der Auslegung als Problem entschärft. Die Kosten für die Heizwärmebereitstellung (Wirkungsgrad des Kessels und dessen Nutzungsgrad) waren im Rahmen des damaligen Entwicklungsstandes tatsächlich als wegweisend gut optimiert einzuordnen. Die mit dem SLH ERS von A. Eisenschink erzielbaren Betriebsenergiekosten für die Heizungspumpe waren zum damaligen Entwicklungsstand der Umwälzpumpen ebenfalls so gering wie möglich. Heizöl war 1970 der neue aufkommende Standardbrennstoff für den Haus-/ Heizungsanlageneigentümer, automatisch verheizbar, sehr preiswert und leicht überall verfügbar.

Somit stellte die SLH ERS nach A. Eisenschink 1973 eine innovative und effektive Heizungsvariante dar , sie ist somit auch ein Spiegel sowohl der damaligen technischen Möglichkeiten als auch des gesellschaftlichen Entwicklungsstandes bezüglich dem Umgang mit fossilen Energieträgern.

## **2. Grundlagen der hydraulischen Verhältnisse in Sockelleisten-Einrohrsystemen.**

### *Reihenschaltung der Heizkörper*

In einem Einrohrsystem werden alle Raumheizkörper eines Heizkreises in Reihe hintereinander angeschlossen. Das bedeutet, dass Heizwasser durchströmt alle Heizkörper nacheinander. Das abgekühlte Heizungswasser des 1. Heizkörpers strömt dann durch den 2. Heizkörper usw. Da jedoch auf diese Weise der gesamte Heizkreis abgeschaltet werden würde wenn das 1. Heizkörper-Thermostatventil schließt, wird ein Teil des heißen Vorlaufwassers an jeden Heizkörper durch einen sogenannten Bypassstrang vorbeigeführt und nach dem jeweiligen Heizkörper dem abgekühlten Wasser wieder zugemischt. Dadurch wird sichergestellt, dass auch bei einzelnen geschlossenen Heizkörper-Thermostatventilen trotzdem noch alle Heizkörper im Heizkreis mit Heizungswasser versorgt werden. Das bedeutet jedoch auch, das sich das Heizungswasser nach jedem Heizkörper etwas weiter abkühlt und somit jeder nachfolgende Heizkörper weniger Heizleistung abgeben kann. Aus dieser hydraulischen Verschaltung ergibt sich ein hoher und verhältnismäßig konstanter Volumenstrom in jedem einzelnen Heizkreis.

### *Aufteilung der Heizwassermassenströme*

Bei dem SLH ERS nach A. Eisenschink werden in den Sockelleisten-Heizrohren (unteres Rohr mit Wärmetauscherlamellen) ausschließlich Thermostatventile mit sehr geringem Durchflusswiderstand (z.B Heimeier kvs= 4,6 m<sup>3</sup>/h) und großem Querschnitt (DN 20 DG) eingesetzt. In der über dem unteren Heizrohr geführten Bypassleitung (Kupferrohr mit 22 mm Durchmesser) werden als zusätzliche hydraulische Widerstände zwei 90 ° Winkel aus Kupferrohr verwendet. Unter Berücksichtigung der Strömungswiderstände in den beiden Abzweigen (liegende T-Stücke aus 22 mm Kupferrohr) vor und nach dem unteren Heizrohr und des Thermostatventils im unteren Heizrohr, ergeben sich nachfolgende Heizwassermassenströme im SLH ERS nach A. Eisenschink:

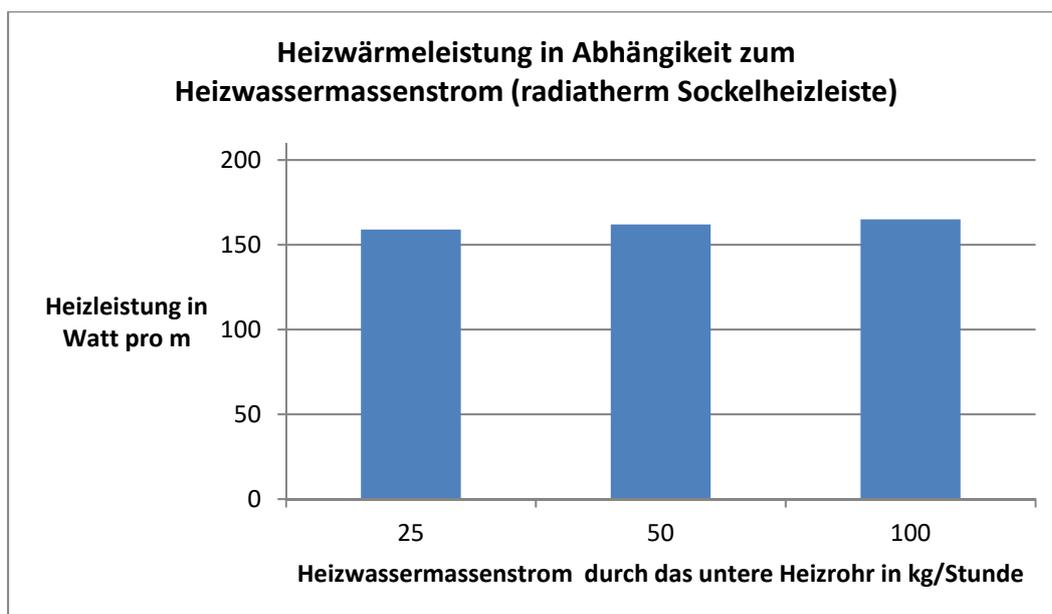
Heizwassermassenstrom durch das untere Heizrohr in kg/h	Heizwassermassenstrom durch das obere Bypassrohr in kg/h	Heizwassermassenstrom durch den gesamten „Heizkörper“ in kg/h	wirksamer Heizwassermassenstrom durch das untere Heizrohr in %
25	175	200	<b>12,5</b>
50	190	260	<b>19</b>
75	300	375	<b>20</b>
100	360	460	<b>21</b>
150	570	720	<b>21</b>

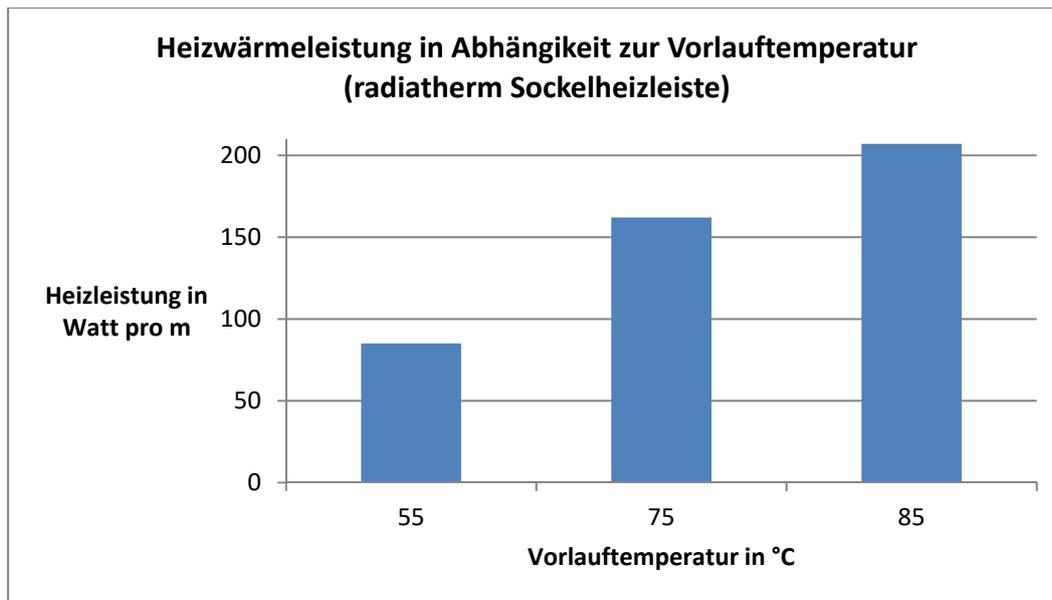
Die in Fachbeiträgen im Internet zu findende Aussage, dass allein durch den Einsatz von 90° Rohrwinkeln, Thermostatventilen mit geringem Durchflusswiderstand und liegenden T-Stücken im unteren Heizrohr, sich ein größere Heizwassermassenstrom als im oberen Bypassrohr einstellen würde, konnte bei der oben durchgeführten rechnerischen Analyse nicht bestätigt werden.

Auch beim Einsatz von 90° Bögen anstatt der geforderten 90° Winkel im Bypassrohr, ist der Einfluss auf die Heizwasserverteilung im SLH ERS nach A. Eisenschink nur sehr gering. Die Berechnung ergab eine Änderung der Massenstromverteilung von 19% im unteren Heizrohr beim Einsatz von 90° Winkeln zu 21% im unteren Heizrohr beim Einsatz von 90° Bögen.

Der Einfluss dieses Effektes auf die Heizleistung des Systems ist vernachlässigbar, wenn man berücksichtigt, dass die tatsächlich abgegebene Heizleistung des Sockelleistenheizsystems nur geringfügig von der Heizwassermenge im unteren Heizrohr, dafür aber um so stärker von der Heizwasser-Vorlauftemperatur (siehe nachfolgende Graphiken) abhängt.

Die nachfolgend dargestellten Messwerte entstammen aus dem Prüfbericht der WTP Wärmetechnische Prüfgesellschaft mbH nach EN 442 (Akkreditiertes Prüflaboratorium nach DIN EN ISO/IEC 17025) vom 08.09.2008 und wurden für die radia-therm Sockelheizleisten mit 22 mm Kupferrohr ermittelt.





Aus den oben dargestellten Graphiken ist zu entnehmen, dass der Einfluss des Heizwassermassenstromes im unteren Heizrohr (im Bereich von 25 – 100 kg/h) auf die abgegebene Heizleistung des Sockelleistenheizsystems nur sehr gering ist (obere Graphik). Die Bedeutung der Heizwasser- Vorlauftemperatur ist jedoch sehr deutlich zu erkennen (untere Graphik).

Das bedeutet, dass die abfallende Heizwassertemperatur nach jedem „Heizkörper“, welche ja im SLH ERS nach A. Eisenschink alle nacheinander durchströmt werden, bei der Auslegung (Berechnung) des Sockelleisten-Heizsystems zwingend zu berücksichtigen ist (aufwendiges iteratives Berechnungsverfahren).

#### *Hydraulischer Abgleich*

Um in einem Sockelleisten Einrohrsystem sicherzustellen, dass alle Heizkreise eines Gebäudes die erforderlichen Heizwasser-Massenströme erhalten, müssen alle Heizkreise durch einen zusätzlichen Strömungswiderstand (z.B. Strangreguliertventil) aufeinander abgestimmt werden. Im SLH ERS nach A. Eisenschink wird dies durch sogenannte manuelle Strangreguliertventile realisiert. Deren Abgleich erfolgt jedoch nicht basierend auf einer laut VOB geforderten Rohrnetz-Berechnung sondern durch Einstellung nach gleichen Rücklauftemperaturen im Vollastfall, d.h. bei gleichmäßig stark abgekühltem Gebäude kurz nach der ersten Inbetriebsetzung der Heizungsanlage.

#### *Vorteile / Nachteile des Sockelleisten-Einrohrsystems gegenüber einem Sockelleisten Zweirohrsystem*

Nachfolgend soll betrachtet werden, ob ein Sockelleisten-Einrohrsystem die vom Erfinder A. Eisenschink 1973 benannten Vorteile gegenüber anderen Heizsystemen auch unter Berücksichtigung der heutigen energetischen, rechtlichen und ökonomischen Randbedingungen (Stand 2019) noch aufweist:

- Bedingt durch die hydraulische Reihenschaltung der SLH ERS nach A. Eisenschink und die hohen Bypass-Heizwassermassenströme von ca. 80% des Gesamtmassenstromes, weist das Einrohrsystem eine deutlich höhere Rücklauftemperatur als ein Zweirohrsystem auf. Im Teillastfall kann es sogar soweit reichen, dass wenn alle Heizkörperventile fast oder ganz

geschlossen sind (keine aktuelle Wärmeabnahme), die Rücklauftemperatur fast die Vorlauftemperatur erreicht. Durch diese erhöhte Rücklauftemperatur wird die Ausnutzung des Brennwerteffektes in Gas-/ Ölbrennwertkesselanlagen stark reduziert. Dies führt zu einem erhöhten Brennstoffverbrauch, da die Nutzung der Kondensationswärme im Abgas des Kessels mit steigender Rücklauftemperatur der Heizkreise deutlich absinkt. Zusätzlich erhöht sich die Anzahl der Brennerstrats des Heizkessels, da moderne Brennwert-Heizkessel die erhöhte Rücklauftemperatur eines Einrohr-Sockelleistenheizsystems nicht durch die Reduzierung des Heizwassermassenstromes ausreichend kompensieren können, weil ja das Einrohrsystem einen dauerhaft hohen konstanten Heizwassermassenstrom erfordert. Die internen drehzahlregulierbaren Heizwasserpumpen in Brennwertheizkesseln begrenzen ihre Leistungskennlinien nur auf minimal 50 %.

- Beim Einsatz von elektrischen Wärmepumpen (Luft/ Wasser /Sole-gekoppelt) sinkt die erzielbare Anlageneffizienz (Arbeitszahl) ebenfalls mit steigender Rücklauftemperatur des Heizsystems. Auch hier bedeuten höhere Rücklauftemperaturen vom Heizsystem einen steigenden Elektroenergieverbrauch der Wärmepumpe.
- Bei der Versorgung der Heizungsanlage in einem Gebäude aus Fern-/Nahwäresystemen wird vom Fernwärmebetreiber vertraglich eine definiert geringe Heizwasser-Rücklauftemperatur vorgeschrieben um die zugesicherte Einspeiseleistung zusichern zu können. Auch hier ist der Einsatz von Einrohrsystemen mit hoher Rücklauftemperatur nur noch mit Leistungseinbußen oder mit technischer Nachrüstung von temperaturgesteuerten automatischen Volumenstromreglern möglich (siehe Abschnitt 4).
- Konstruktionsbedingt weisen die Bypassrohre des SLH ERS nach A. Eisenschink keine Wärmedämmung auf. Damit verstoßen diese Systeme streng betrachtet gegen die Vorschriften der Energie-Einsparverordnung (EnEV), von der eine Dämmung von Rohrleitungen mit Heizwarmwasser gefordert wird, welche nicht durch freiliegende Absperrvorrichtungen begrenzt/abgesperrt werden können.
- Der Einsatz von hocheffizienten Heizungs-Umwälzpumpen im SLH ERS nach A. Eisenschink ist nur mit deutlichen Effizienzeinbußen möglich, da dieses Heizsystem praktisch über die gesamte Heizperiode einen fast gleichbleibend hohen Volumenstrom und einen konstanten Pumpenförderdruck benötigt. Bei dieser Betrachtung ist zu berücksichtigen, dass eine Heizungs-Umwälzpumpe ca. 5400 Betriebsstunden pro Jahr absolviert! Dabei arbeitet eine durchschnittliche Heizungsanlage jedoch in mehr als 95 % seiner Betriebszeit im Teillastbereich. Das bedeutet, eine moderne Heizungs-Umwälzpumpe verbraucht im SLH ERS nach A. Eisenschink mehr als 50 % mehr Hilfsenergie (Haushaltsstrom) als in einer Zweirohr-Sockelleisten Heizungsanlage.

#### *4. Kostenvergleich zwischen dem Einsatz der Sockelleistenheizung als Einrohr- und als Zweirohrsystem.*

Um die Kostenunterschiede bei einem SLH ERS nach A. Eisenschink gegenüber einem Sockelleisten-Zweirohrsystem zu veranschaulichen, wird nachfolgend exemplarisch ein typischer Anwendungsfall untersucht. Betrachtet wird hierbei ein Einfamilienhaus mit folgenden Randbedingungen:

- Baujahr vor 1985
- zwei zu beheizende Wohngeschosse
- Wohnfläche ca. 130 m<sup>2</sup>
- Außenabmessungen des Gebäudes ca. 11 x 11 m

- 10 zu beheizende Räume (10 Sockelleisten-Heizkörper)

Vereinfachend werden hier nur die technischen Anlagenbauteile und Installationsarbeiten gegenüber gestellt, welche sich in beiden Sockelleisten-Heizungssystemen voneinander unterscheiden. Alle anderen Systembauteile sowie Montage-/ Projektierungsarbeiten wie z.B. Heizwärmeerzeuger, Umwälzpumpen, Ausdehnungsgefäße, Steigleitungsverrohrung, Luftabscheider, usw. werden nicht betrachtet, da deren Einsatz in beiden Systemen gleichartig erforderlich ist.

Die eingesetzten Materialpreise entsprechen den aktuell ermittelten Endpreisen (03/2019), Bruttopreise in € für einen privaten Endkunden. Anbieter: Baumarkt, Heizungsfachhändler im Internet, amazon, ebay.

Bauteil	SLH ERS nach A. Eisenschink	Sockelleisten Zweirohrsystem
Bypassrohr 22 mm Kupferrohr Gesamtlänge 80 m	9 €/ m 720 €	Entfällt
Anbinderrohrleitung für Einzelheizleisten, 14x2 mm Metallschichtverbundrohr Gesamtlänge 160 m	entfällt	2 €/m 320 €
Thermostatventil DN 20 DG Firma Heimeier Kopf Blau, 10 Stück	280 €	Entfällt
Thermostatventil DN 15 voreinstellbar incl. Rücklaufverschraubung DN 15 10 Stück	entfällt	240 €
Strangreguliertventil manuell DN 15, 2 Stück	80 €	Entfällt
Gesamtkostenvergleich	1080 €	560 €

Um den aktuellen Anforderungen an einen energetisch effizienten Anlagenbetrieb bezüglich hohem Nutzungsgrad-/ Wirkungsgrad des Heizwärmeerzeugers und einem geringstmöglichen Hilfsenergieverbrauch der Heizungs-Umwälzpumpe zu entsprechen, ist der Einsatz von Rücklautemperaturgesteuerten automatischen Volumenstromreglern je Heizkreis erforderlich, um vergleichbare energetische Effizienz des SLH ERS nach A. Eisenschink gegenüber einem Zweirohr-Sockelleistenheizsystems zu erzielen. Die oben dargelegten Probleme mit den ungedämmten Bypassrohren SLH ERS nach A. Eisenschink werden dabei jedoch nicht gelöst.

Die in der obigen Kostenvergleichstabelle dargestellten Investitionsbeträge sind beim Einsatz von Rücklautemperaturgesteuerten automatischen Volumenstromreglern bei einem SLH ERS nach A. Eisenschink, um ca 1900 € zu erhöhen (2 Stück autom. Volumenstromregler mit thermostatischen Stellantrieb z.B. AB QM DN 15 a 170 €/Stück, zuzüglich einem elektronischen Temperaturregler z.B. CCR 3 ca. 1550 €).

Bei einem Pilotprojekt zu Sanierung von großen Mehrfamilien-Wohngebäuden in Stettin 2010/2011, konnte durch die Aufrüstung der Einrohrheizanlagen mit temperaturgeregelten automatischen Volumenstromreglern eine Verbrauchsreduzierung von 25 % nachgewiesen werden.

## 5. Zusammenfassung des Erkenntnisstandes 2019

Unter Beachtung aller oben dargelegten Berechnungsergebnisse, Prüfbescheide, Investitions- und Betriebsführungskosten sowie der rechtlichen Rahmenbedingungen (EnEV), läßt sich folgendes Ergebnis ableiten:

- Der Einsatz eines SLH ERS nach A. Eisenschink ist 2019 weder aus ökonomischer noch aus energetischer Sicht dem Einsatz eines Sockelleisten Zweirohrsystems gegenüber vorzuziehen.

Als Alfred Eisenschink Anfang 1970 sein Sockelleisten-Einrohrsystem entwickelt und vorgestellt hat, lag der damalige Weltmarktpreis für Rohöl bei 3 Dollar/ Barrel, elektrischer Strom kostete ca. 6 Cent. Die damalige westliche Industrieländerwelt bestand aus ca. 500 Millionen Menschen mit höherem Lebensstandard. 2008 lag der Weltmarktpreis für Rohöl bei 147 Dollar/ Barrel, 2014 bei 100 Dollar/ Barrel, Haushaltsstrom kostet aktuell 2019 ca. 30 Cent. Das der Preis für Heizöl und Erdgas von 1970 bis 2008 um mehr als 4800 % steigen würde hat auch ein Visionär wie Eisenschink nicht vorhersehen können. Heute, 2019, streben allein in China und Indien mehr als 2600 Millionen Menschen nach einem ähnlich hohen Lebensstandard und zwar mit beindruckender Geschwindigkeit und Motivation. Der damit unvermeidlich einhergehende stark erhöhte Druck auf die fossilen Energiereserven des Planeten und die damit zwingend verbundenen massiven Belastungen der Umwelt, erzwingen praktisch eine Neubetrachtung des 1973 als fortschrittlich geltenden Entwicklungsstandes.

Drei wichtige Argumente des SLH ERS nach A. Eisenschink waren 1973

- Kostengünstige und einfache Installation des Systems
- Scheinbar einfache Hydraulik des Systems
- Geringer Energieverbrauch der Anlagen

Alle diese drei Argumente sind aus heutiger Betrachtungsweise nicht mehr haltbar und sprechen somit gegen den weiteren Einsatz von SLH ERS nach A. Eisenschink.

Im übrigen ist diese technische Weiterentwicklung eine logische Folge der schon seit 1970 von A. Eisenschink vehement geforderten Verbesserung und Weiterentwicklung von Heizungssystemen. Moderne leistungsmodulierende Brennwertkesselanlagen (15 % mehr Wirkungsgrad als und mit 90 % weniger Brennerstarts als 1970), elektronisch geregelte Pumpen (85 % weniger Elektroenergieverbrauch als 1970) und Gebäude die sogar ganz ohne Primärenergieverbrauch ganzjährig beheizt und klimatisiert werden können, sind heute Stand der Technik aber eben auch Zweirohr-Sockelleistenheizungen die weniger Energie verbrauchen und kostengünstiger zu installieren sind als Einrohr-Sockelleistenheizungen.

Das absolut **zentrale Argument** für den Einsatz des SLH ERS nach A. Eisenschink war jedoch deren perfekte Abstimmung auf die physiologischen Bedürfnisse des Nutzers (Wärmestrahlung statt warmer Heizungsluft, geringe Staublasten in der Raumluft, geringe Oberflächenfeuchten auf den Innenseiten der Außenwände). Dieses zentrale Argument hat auch aus heutiger Sicht **nichts von seiner Bedeutung verloren** und gilt aus Sicht des Verfassers immer noch uneingeschränkt. Weder die Physis des Menschen als Raumnutzer, noch die Bauphysik in Wohngebäuden hat sich seit 1973 verändert.

*Der Einsatz eines Sockelleisten-Heizsystems ist auch aus heutiger Sicht **ganz klar zu empfehlen**, jedoch nicht mehr wie 1973 als Einrohrsystem sondern konsequent als Zweirohrsystem.*