

Klimaschutzkonzept der Stadt Detmold

- Teil 2 -

- 1 Zusammenfassung
- 2 CO₂-Einsparung aus Gebäudeheizung, Warmwasser und Strom
- 3 CO₂-Einsparung aus Energieerzeugung und Verteilung
- 4 CO₂-Einsparung bei Mobilität - Klimaschutz und Mobilität
- 5 CO₂-Einsparung aus Stadtentwicklung
- 6 Klimaschutz und Hochwasserrisiken
- 7 Empfehlungen des Fachgremiums
- 8 Anlagen

Inhalt

1	Zusammenfassung	4
1.1	Veranlassung, Vorgehensweise und Beteiligte	4
1.2	Stand der CO ₂ -Einsparung in Detmold	4
1.3	Weitere CO ₂ -Einsparpotenziale in Detmold	6
1.4	Empfohlene Maßnahmen zur CO ₂ -Einsparung	9
2	CO₂-Einsparung aus Gebäudeheizung, Warmwasser und Strom	12
2.1	CO ₂ -Einsparung aus Gebäudeheizung	12
2.1.1	Einsparpotenziale durch die Sanierung von Kellerbauteilen	14
2.1.1.1	Sohlplatten unter beheizten Räumen	14
2.1.1.2	Keller-Außenwände	16
2.1.1.3	Keller-Innenwände zwischen beheizten und unbeheizten Räumen	19
2.1.1.4	Kellerdecken über unbeheizten Kellern	20
2.1.1.4.1	Holzbalken-Kellerdecken	21
2.1.1.4.2	Stahlträger-Kellerdecken	23
2.1.1.4.3	Stahlbeton-Kellerdecken	24
2.1.2	Einsparpotenziale durch die Sanierung von Außenwänden	26
2.1.2.1	Einschalige massive Außenwände	27
2.1.2.2	Zweischalige massive Außenwände	28
2.1.2.3	Lippisches Luftschichtmauerwerk	30
2.1.3	Einsparpotenziale durch die Sanierung von Fenstern und Außentüren	32
2.1.4	Einsparpotenziale durch die Sanierung von Dachbauteilen	36
2.1.4.1	Schrägdächer über beheizten Räumen	37
2.1.4.2	Kehlbalkendecken unter unbeheizten Dachböden	42
2.1.4.3	Flachdächer	45
2.1.5	Einsparpotenziale durch die Verringerung von Lüftungswärmeverlusten	49
2.1.6	Erhöhung passiv-solarer und innerer Wärmegewinne	53
2.1.6.1	Solare Wärmegegewinnung	53
2.1.6.2	Innere Wärmegegewinnung	55
2.2	CO ₂ -Einsparung aus Warmwasserbereitung	57
2.3	CO ₂ -Einsparung aus Stromverbrauch	58
2.3.1	Effiziente Pumpen	58
2.3.2	Effiziente Beleuchtung	59
2.3.2.1	Lichtregelung	59
2.3.2.2	Effiziente Leuchtmittel	60
2.3.2.3	Effiziente Lampengehäuse	60
2.3.3	Minimierung von Standby-Verlusten	61
2.3.4	Besonders sparsame Haushaltsgeräte	62
2.4	CO ₂ -Einsparung in städtischen Gebäuden	63
3	CO₂-Einsparung aus Energieerzeugung und Verteilung	64
	Klassifizierung von Projekten der Stadtwerke Detmold im Rahmem des Klimaschutzprogramms der Stadt Detmold	65
	1. Einleitung	66
	2. Projektliste	67
	3. Kriterien	74
	4. Kennzahlen	78
	5. Kraft-Wärme-Kopplungs-Projekte	82
	6. Windenergie	86

7. Biomassennutzung	87	
8. Solarenergie	89	
9. Wärmepumpenanwendungen	90	
10. Ergebnisse	92	
11. Maßnahmenpakete	94	
12. Empfehlung	96	
Quellenangaben	97	
4	Klimaschutz und ÖPNV	98
4.1	Umsteigen auf Busse und Bahnen ist praktizierter Klimaschutz	98
4.2	ÖPNV-Standard im Stadtverkehr erhalten	98
4.3	Stadtverkehr in Detmold weiterentwickeln	98
4.3.1	Ausweitung der Kapazitäten	99
4.3.2	Neue Ticketangebote	100
4.4	Abgastechnik	101
4.5	Regionalverkehr in Detmold mitgestalten	101
4.6	Fahrzeugförderung umgestalten	102
4.7	Preisvorteile des ÖPNVs gegenüber dem Individualverkehr verbessern	102
4.8	ÖKÖAUDIT Gildezentrum	102
4.9	Stärkung des Umweltverbunds	103
4.10	Mobilitätsberatung	104
4.11	Steigerung des Radverkehrs statt motorisiertem Individualverkehr	105
4.12	Emissionsärmerer Individualverkehr	105
4.13	Emissionsärmerer Nutzverkehr	105
5	CO₂-Einsparung aus Stadtentwicklung	106
5.1	Solare Stadtentwicklung	106
5.1.1	Stellung und Ausrichtung der Gebäude	106
5.1.2	Verschattung und Topografie	106
5.1.3	Dachform und Dachneigung	106
5.1.4	Festsetzungen zum Einbau von Solaranlagen	107
5.1.5	Energetische Bewertung von Bebauungsplanentwürfen	107
5.2	Energiesparende Bauweise	107
5.3	Zentrale Wärmeversorgung	108
5.4	Energiesparende Stadtstruktur	108
5.4.1	Kompakte Stadtstruktur	108
5.4.2	Stadt der kurzen Wege	108
5.5	Vorranggebiete für Windkraftanlagen	109
5.6	Leitfaden Klimaschutz	109
6	Klimaschutz und Hochwasserrisiken	110
6.1	Probleme und Planungsstand beim Hochwasserschutz	110
7	Empfehlungen des Fachgremiums	111
7.1	Arbeit des begleitenden Fachgremiums	111
7.2	Allgemeine Empfehlungen des Fachgremiums	111
7.3	Maßnahmenvorschläge des Fachgremiums	114
8	Anlagen	
8.1	Statistische Auswertung der energetischen Gebäudeerfassung	125
8.2	Ausgewählte Beispiele von CO ₂ -Einsparpotenzialen an Gebäuden	129-136

1 Zusammenfassung

1.1 Veranlassung, Vorgehensweise und Beteiligte

Detmold möchte zwischen 1990 und 2020 eine Reduzierung der kommunalen CO₂-Emissionen in Höhe von 40 % erreichen, wie es in Kioto als globale und später als nationale Vorgabe beschlossen wurde. Um den dafür nötigen Handlungsbedarf und die Handlungsmöglichkeiten zu ermitteln, wurde Ende 2007 beschlossen, ein Klimaschutzkonzept zu erarbeiten. Es ist in drei Teile gegliedert:

In **Teil 1** wurde durch das Niedrig-Energie-Institut der bisherige Verlauf der Detmolder CO₂-Emissionen untersucht. Der Bericht wurde dem Haupt- und Finanzausschuss im Frühjahr 2008 vorgelegt. Die wichtigsten Einzelergebnisse sind in Abschnitt 1.2 dieses Berichts zusammengefasst.

In **Teil 2** wurden in Detmold bestehende technische Potenziale zur weiteren Reduzierung der CO₂-Emissionen ermittelt und Maßnahmenempfehlungen zu deren Umsetzung erarbeitet. Die Bearbeitung erfolgte nach Themen getrennt durch mehrere Beteiligte:

- Gebäudeheizung, Warmwasser und Strom durch das Niedrig-Energie-Institut (=> Kapitel 2)
- Energieerzeugung und Verteilung durch die Stadtwerke Detmold GmbH und Prof. Dr. Dohmann von der Hochschule OWL (=> Kapitel 3)
- Mobilität und Klimaschutz durch die Stadtverkehr Detmold GmbH (SVD) (=> Kapitel 4)
- Stadtentwicklung durch Herrn Behnke vom Fachbereich 6 der Stadt Detmold (=> Kapitel 5)

Die Potenzialbeschreibungen wurden dem Haupt- und Finanzausschuss der Stadt Detmold am 15.01.09 in Form eines Zwischenberichts noch ohne Maßnahmenempfehlungen zur Kenntnis vorgelegt.

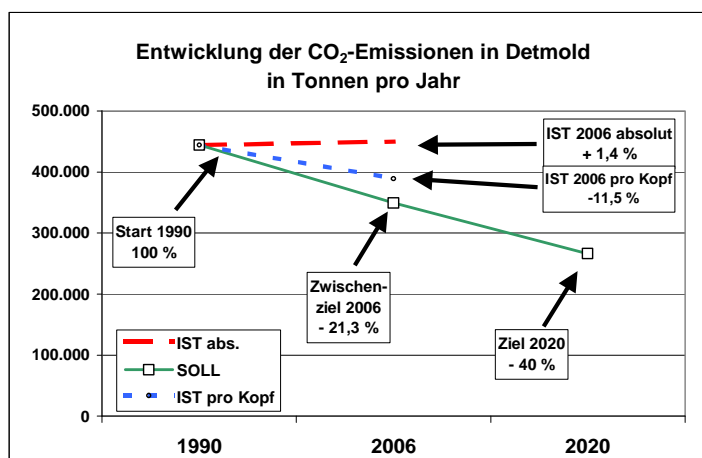
Für die Erarbeitung der Maßnahmenempfehlungen wurde im Januar 2009 durch die Verwaltung ein beratendes Fachgremium einberufen, welches unter der Moderation von Dr. Bernd Steinmüller dreimal tagte. Die von diesem Gremium empfohlenen konkreten Maßnahmen und weiteren Empfehlungen sind in Abschnitt 1.4 zusammengefasst und in Kapitel 7 ausführlich dargestellt.

Im noch ausstehenden **Teil 3 des Klimaschutzkonzepts** sollen nach der politischen Beratung des vorliegenden Berichts und seiner Maßnahmenempfehlungen von den Gremien der Stadt Maßnahmenpakete beschlossen und umgesetzt werden. Dieser dritte Teil soll im Sommer 2009 beginnen und bis zum Zieljahr 2020 die angestrebte Reduzierung der CO₂-Emissionen erreichen helfen. Dazu werden neben der Stadt auch wesentlich die Bewohner und Betriebe in Detmold beitragen müssen.

1.2 Stand der CO₂-Einsparung in Detmold

In Teil 1 des Klimaschutzkonzepts wurde der bisherige tatsächliche Trend der lokalen CO₂-Emissionen zwischen 1990 und 2006 ermittelt. Der Bericht zu Teil 1 ist von www.klimaschutz-detmold.de downloadbar. Wesentliche Ergebnisse sind:

a) im bisherigen Teilzeitraum 1990-2006 wurde die angestrebte anteilige Reduzierung der CO₂-Emissionen nicht erreicht. Vielmehr blieben die absoluten CO₂-Emissionen etwa unverändert. Selbst unter Einbeziehung des Migrationsgewinns der Detmolder Wohnbevölkerung wurde nur eine etwa halb so starke Verringerung der CO₂-Emissionen erreicht, wie sie erforderlich gewesen wäre. Im verbleibenden Zeitraum sind daher erhöhte Anstrengungen nötig, um das Ziel zu erreichen.

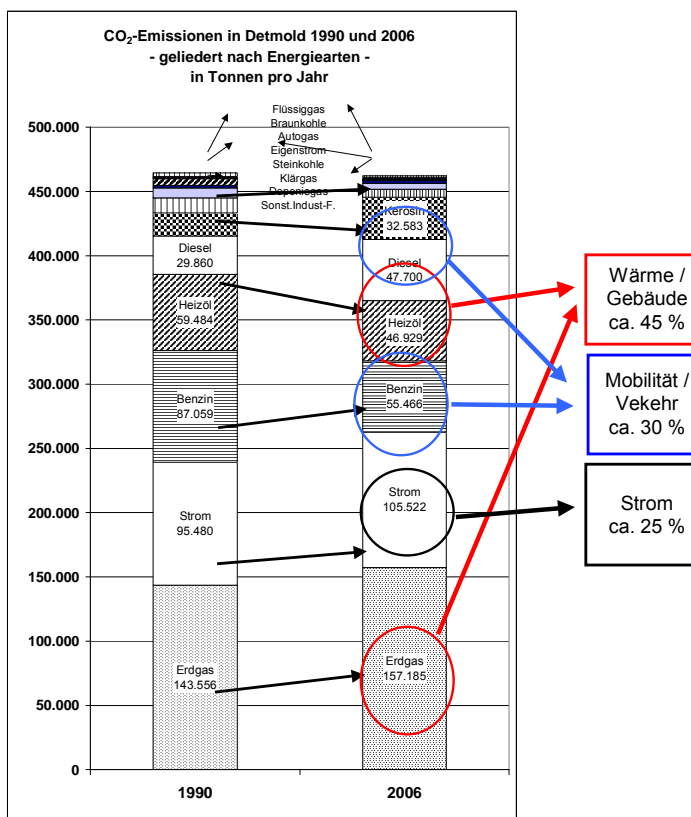


b) Die Detmolder CO₂-Emissionen entstammten 2006 zum überwiegenden Teil von etwa 45 % dem Sektor Gebäudeheizung, zu etwa 30 % dem Sektor Verkehr und zu etwa 25 % dem Sektor Stromverbrauch. Berücksichtigt man, dass auch ein Großteil des Stromverbrauchs in Gebäuden stattfindet, wird deutlich, dass der Gebäudesektor insgesamt für mehr als 50 % der Emissionen verantwortlich ist.

Der Vergleich 1990 mit 2006 zeigt vor allem drei große Trends auf:

Im Emissionssektor Gebäudeheizung sind trotz Zuwachs der Bevölkerung und der beheizten Gebäudefläche in Detmold die CO₂-Emissionen zurückgegangen. Dies ist den Erfolgen der energetischen Sanierung von Altbauten und dem Wechsel zu weniger CO₂ emittierenden Energieträgern zu verdanken. Erwähnenswert sind hier vor allem die Abwendung von Heizöl (-21 %), die Hinwendung zu Erdgas (+ 9,5 %) und die Verzehnfachung des Fernwärmeabsatzes von etwa 0,5 % des Wärmemarktes in 1990 auf 6,2 % in 2006.

Die an Altbauten erzielten Einsparungen konnten die zusätzlichen Emissionen aller Neubauten zwischen 1990 und 2006 mehr als ausgleichen. Auch in den nächsten 19 Jahren bis 2020 wird die Forcierung der energetischen Sanierungen von Altbauten und der Wechsel zu CO₂-ärmeren Energieträgern den Großteil der insgesamt nötigen CO₂-Einsparungen erbringen müssen und den zusätzlichen Verbrauch durch Neubauten überkompensieren müssen.



Im Verkehrsbereich gab es zwischen 1990 und 2006 mehrere erhebliche Veränderungen. Die Zahl der zugelassenen Kraftfahrzeuge stieg um 23 % von 39.000 auf 48.000. Zugleich nahmen der Kraftstoffverbrauch für Straßenfahrzeuge um 23 % und die ihm zuzurechnenden CO₂-Emission um 12 % ab. Dies ist auf effizientere Fahrzeuge und auf geringere Fahrleistungen pro Fahrzeug zurück zu führen. Zugleich gab es eine starke Verschiebung weg von Ottomotor- und hin zu Diesel-Kraftfahrzeugen. Der Benzinverbrauch nahm um 47 % ab, der Dieserverbrauch stieg von niedrigerem Anfangsniveau um 49 %. Die im Stadtgebiet Detmolds gefahrenen Streckenkilometer aller ÖPNV-Verkehrsmittel nahmen um 55 % bei Bussen bzw. 74 % bei Bahnen zu, der zuzurechnende Treibstoffverbrauch jedoch nur um 32 % und die zuzurechnenden CO₂-Emissionen um 27 %. Dies ist trotz inzwischen größerer und schwererer Busse auf moderne Motorentchnik und sparsamere Zugantriebe zurück zu führen. Den stärksten Zuwachs im Verkehrsbereich weist der Kerosinverbrauch durch Flugreisen aus, der sich bundesweit in diesem Zeitraum etwa verdoppelt und dabei in 2006 um 82 % höhere CO₂-Emissionen als in 1990 verursacht hat. Er überkompensiert alle anderen im Verkehrssektor erzielten Einsparungen, so dass die gesamten CO₂-Emissionen aus dem Detmolder Verkehrssektor zwischen 1990 und 2006 insgesamt leicht zugenommen haben. Neben der Verlagerung von motorisiertem Individualverkehr auf öffentliche Verkehrsmittel kommt damit auch der Reduzierung von Fernreisen eine hohe Bedeutung für den Klimaschutz zu.

Im Strombereich ist auch im längeren Rückblick als nur bis 1990 ein ständiger, wenn auch abflacher Verbrauchsanstieg, jedoch bisher kein Verbrauchsrückgang festzustellen. Allerdings fand ein Rückgang der zuzurechnenden CO₂-Emissionen statt. Dies ist auf die erhebliche Ausweitung der lokalen Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung und aus regenerativen Energien zurückzuführen sowie auf Veränderungen der Kraftwerksparks der Vorlieferanten.

Der bisher unzureichende Rückgang der CO₂-Emissionen in Detmold zwischen 1990 und 2006 erfordert im verbleibenden Zeitraum bis 2020 erhöhte Anstrengungen, um das international, national und lokal gesetzte Ziel einer CO₂-Reduzierung von 40 % zwischen 1990 und 2020 zu erreichen. Die dazu vorhandenen Potenziale und möglichen Maßnahmen sind in Kurzfassung in folgenden Teilkapiteln 1.3 und 1.4 sowie ausführlich in Kapiteln 2 bis 5 und 7 dargestellt.

1.3 Weitere CO₂-Einsparpotenziale in Detmold

Im Rahmen von Teil 2 des Klimaschutzkonzepts wurden CO₂-Einsparpotenziale in Detmold in verschiedenen Handlungsfeldern identifiziert und, soweit möglich, quantitativ gewichtet. Sie zerfallen in

- 1.3.1 Einsparpotenziale an Gebäuden
- 1.3.2 Einsparpotenziale aus Energieerzeugung und -Verteilung
- 1.3.3 Einsparpotenziale bei Mobilität
- 1.3.4. Einsparpotenziale bei Stadtentwicklung

1.3.1 CO₂-Einsparpotenziale an Gebäuden

Zur Ermittlung ausschöpfbarer Einsparpotenziale an Gebäuden wurde vom NEI eine Grundlagenstudie erstellt, die in Kapitel 2 dieses Berichts dargelegt ist. Sie zeigt die bei heutigem Stand der Technik mögliche Energiesparpotenziale an Gebäuden und benennt für jede Komponenten heute angemessene qualitative Standards. Weiterhin wurde eine Datenbank mit energetischen Eigenschaften des Detmolder Gebäudebestandes angelegt und per Fragebögen und Internet eine Gebäudeerhebung durchgeführt. Die statistischen Ergebnisse dieser Erhebung sind in **Anlage 1** dieser Studie zusammengestellt, die sich daraus ergebenden CO₂-Einsparpotenziale und deren spezifischen Kosten in **Anlage 2**. Folgende Tabelle zeigt einen Auszug der Ergebnisse:

	Häufigkeit	Einsparpotenzial
Ungedämmte Sohlplatten unter beheizten Kellern dämmen	67 %	-6.050 t CO ₂ /a
Ungedämmte Außenwände beheizter Keller dämmen	84 %	-6.700 t CO ₂ /a
Ungedämmte Trennwände warm/kalt dämmen	89 %	-2.200 t CO ₂ /a
Ungedämmte Kellerdecken über kalten Kellern dämmen	69 %	-7.800 t CO ₂ /a
Un-/wenig gedämmte Außenwände gg. Außenluft dämmen	56 %	-15.800 t CO ₂ /a
Ungedämmte Schrägdächer erstmals dämmen	28 %	-25.000 t CO ₂ /a
Wenig gedämmte Schrägdächer stärker dämmen	30 %	-10.000 t CO ₂ /a
Ungedämmte Decken unter kalten Dachböden dämmen	29 %	-9.000 t CO ₂ /a
Wenig gedämmte Decken unter kalten Dachböden stärker dämmen	36 %	-4.000 t CO ₂ /a
Wenig gedämmte Flachdächer stärker dämmen	4 %	-800 t CO ₂ /a
Kellertüren zw. kaltem Keller u. EG abdichten	55 %	-640 t CO ₂ /a
Haustüren abdichten	53 %	-620 t CO ₂ /a
Einfachfenster durch Fenster mit 2-3-fach Glas austauschen	10 %	-620 t CO ₂ /a
Alte 2-fach-Fenster neu verglasen oder kpl. erneuern	36 %	-8.000 t CO ₂ /a
Alte Heizkessel durch Brennwertkessel ersetzen	28 %	-30.000 t CO ₂ /a
Lüftung ohne Wärmerückgewinnung ?	98 %	-28.000 t CO ₂ /a
Einsparpotenzial im Gebäudebestand (ohne Strom) gesamt ca.		-155.230 t CO₂/a

Dieses Einsparpotenzial entspricht etwa 72 % der derzeitigen CO₂-Emissionen aus dem Detmolder Wärmemarkt bzw. 33 % der gesamten Detmolder CO₂-Emissionen des Jahres 2006. Es gilt unter der Annahme, dass bis 2020 an allen Gebäuden die hier genannten bisher ungedämmten oder nur wenig gedämmten Bauteile nachträglich gedämmt, undichte oder wenig wärmedämmende Fenster oder Türen erneuert oder abgedichtet, veraltete Haustechnik-Komponenten ersetzt und ggf. anderen im Einzelfall gebotene Maßnahmen zur Verringerung des Heizwärmebedarfs der Gebäude vorgenommen werden. Für diese Sanierungen sind gegenüber heute üblicher Ausführung nach Mindestanforderungen der EnEV nur moderat erhöhte Einzelqualitäten angenommen. Diese liegen teils gleich hoch, teils etwas höher, als sie in den heutigen Förderprogrammen der Stadt bzw. der KfW Mindestanforderung für Zuschüsse oder besonders günstige Kredite sind. Eine Sanierung mit Passivhaus-Komponenten ist noch nicht generell angenommen, obwohl diese bei mehreren Gebäudekomponenten wirtschaftlich ist und auch mit steigender Tendenz realisiert wird. Das hochgerechnete Einsparpotenzial kann deshalb sogar noch höher sein wenn es gelingt, die Passivhaus-Komponentenqualitäten in noch mehr Bereichen der Altbausanierung einzuführen und mit ihrer größeren Verbreitung auch ihre Kosten noch weiter zu senken, was vom begleitenden Fachgremium auch empfohlen wird.

Zusätzliche Einsparpotenziale im Gebäudesektor liegen im Bereich der Stromeinsparung oder der Stromsubstitution durch andere Energieträger, insbesondere bei der Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser z.B. durch Umrüstung elektrisch beheizter Häuser auf andere Heizenergien und der Ergänzung der heizungsgestützten Warmwasserbereitung durch thermische Solaranlagen.

Das hier aufsummierte Einsparpotenzial durch Altbausanierung berücksichtigt noch nicht die parallel möglichen CO₂-Einsparungen durch den Wechsel von den bisherigen auf CO₂-ärmere Energieträger

wie Solarenergie, Biomasse oder Detmolder Fernwärme. Dieses parallel zur Verringerung des Wärmebedarfs ausschöpfbare Einsparpotenzial ist im folgenden Teilkapitel und in Kapitel 3 separat behandelt.

1.3.2 CO₂-Einsparpotenziale aus Energieerzeugung und Verteilung

Der Wechsel von CO₂-reichen zu CO₂-armen Energieträgern sowie zu besonders rationellen Energieumwandlungstechniken bei der Wärme- und Stromerzeugung stellt in Detmold ein sehr großes CO₂-Einsparpotenzial dar. Die Stadt und Stadtwerke Detmolds leisten dazu schon seit langem mit dem Gasausbau, der Förderung der Brennwerttechnik bei Einzelheizungen und dem Auf- und Ausbau der Fernwärme- und Stromversorgung aus Kraft-Wärme-Kopplung und seit 2009 auch aus regenerativen Energien einen sehr wichtigen Beitrag. Der Anfang der 1990er Jahre erfolgte Rückkauf des Stromnetzes war dafür seinerzeit eine entscheidende Weichenstellung gewesen. In den letzten Jahren spielt auch die Nutzung regenerativer Energien durch private Investoren eine zunehmende Rolle.

Für die nächsten Jahre planen die Stadtwerke eine starke Ausweitung und Verdichtung des Fernwärmenetzes. Bisher separate Versorgungsinseln sollen vernetzt, kleinere KWK-Anlagen durch größere mit höherer Stromausbeute ersetzt und regenerative Energiequellen stärker eingebunden werden. Die mit verschiedenen Vorgehensweisen verbundenen Chancen, Risiken und Potenziale zur CO₂-Einsparung sind in Kapitel 3 ausführlich dargestellt. Dabei sind auch die pro Euro Investitionsvolumen jeweils möglichen CO₂-Einsparungen dargestellt. Die Ertragsberechnung erfolgt dort unter Einbeziehung der Einspeise-, Steuer und Förderrandbedingungen aus Sicht des Investors sowie unter der Annahme, dass bei einem mittelfristigen Heizölpreis von 7,5 bis 8,0 Ct/kWh für Fernwärme mittelfristig ein Wärmepreis von 10 Ct/kWh erzielbar ist. Aktuell liegen der Öl- und Fernwärmepreis niedriger.

Von den Autoren dieses Beitrags wird dabei dargelegt, dass die Ausweitung der Eigenstromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung in einem größeren EEG-Heizkraftwerk mit Abstand die höchste CO₂-Ersparnisse pro investiertem Euro erbringen könnte (ca. 110 kg/€), sofern für die dabei anfallende Abwärme ausreichend Wärmesenken in Form von Fernwärmeabnehmern gefunden und erschlossen würden. Ebenfalls hohe Prioritäten haben die Fortführung bestehender dezentraler BHKW-Anlagen auf Basis von Erdgas, der Bau von Holzheizwerken sowie die energetische Nutzung anderer Biomassen (9 bis 14 kg/€). Mittlere Priorität hat die Fernwärmeerschließung einzelner größerer Liegenschaften, die noch nicht direkt am Fernwärmenetz liegen und zunächst den Bau kleinerer BHKW-Inselanlagen oder längerer Fernwärme-Zuleitungen erforderlich machen (4,5 bis 8 kg/€). Um die Kosten der Fernwärmeverteilung zu begrenzen, wird empfohlen, Netzverdichtungen i.V.m. einer Anschlusspflicht zusätzlichem Trassenbau vorzuziehen. Relativ wenig CO₂ pro investiertem Euro sparen demgegenüber Investitionen in Photovoltaik, Kleinst-KWK-Anlagen und Wärmepumpenanlagen ein, die Außenluft, Grundwasser oder Tiefenerdwärme als Wärmequelle nutzen (0,6 bis 1,5 kg/€).

Diese Gegenüberstellung der pro investiertem Euro erzielbaren CO₂-Einsparungen bildet allerdings nur einen Teil der wirtschaftlichen Effekte ab. Die Stadtwerke gehen davon aus, dass sie bei all diesen Vorhaben tatsächlich Gewinne erzielen werden, also mehr Einnahmen als Kosten haben werden. Dies zeigt, dass diese Maßnahmen tatsächlich win-win-Situationen für Umwelt und Investor sind und der mit ihnen erreichte Umweltschutz hier nicht etwa "teuer" erkaufte werden muss.

1.3.3 CO₂-Einsparpotenziale bei Mobilität

Im Emissionssektor Mobilität bestehen erhebliche CO₂-Einsparpotenziale in der Vermeidung unnötiger Flug-, Fahrt- bzw. Frachstrecken, im Wechsel zu CO₂-ärmeren Verkehrs- bzw. Transportmitteln für Personen und Waren sowie in der Nutzung emissionsärmerer Fahrzeuge, Flugzeuge und Schiffe. Die größten ökologischen Fehlentwicklungen entstehen derzeit durch Massen-Ferntourismus, durch unnötigen Individualverkehr mit Kraftfahrzeugen und durch die Globalisierung der Warenströme, welche durch Billiglöhne und geringere Umweltauflagen in vielen Drittländern sowie durch den bisher steuerfreien Schiffs- und Flugtreibstoff begünstigt sind. Den negativen Trend zu Massen-Ferntourismus kann individuell durch ökologischeres Reiseverhalten entgegengewirkt werden. Unnötiger Individualverkehr mit Kraftfahrzeugen kann durch mehr Zufußgehen, Radfahren und Nutzen öffentlicher Verkehrsmittel verringert werden, unnötig hohe Emissionen des Individualverkehrs durch Nutzung emissionsärmerer Kraftfahrzeuge. Dem ökologischen Ballast globaler Warenströme kann durch bevorzugtem Einkaufen regionaler Produkte entgegen getreten werden, seine rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen lassen sich durch international abgestimmte Gegenmaßnahmen beseitigen.

Auf kommunaler Ebene gestaltbare CO₂-Einsparpotenziale bei Mobilität liegen in der Entwicklung des kommunalen Infrastrukturangebots an Verkehrswegen für verschiedene Verkehrsmittel, in der Ausgestaltung des ÖPNV und in der Gestaltung der Attraktivität dieser Infrastrukturen für die notwendig oder freiwillig zurückgelegten Strecken. Fußgängerzonen und schöne Wegstrecken können zum zu Fuß gehen motivieren, gut ausgebaute Radwegenetze und zielnahe Radstellplätze zum Radfahren, ein leicht verständliches, preislich akzeptables und gut vernetztes ÖPNV-Angebot zur Nutzung des ÖPNV statt des Autos. Ein gut ausgebautes Straßennetz hat dagegen gemischte Folgen. Indem es den notwendigen Kraftfahrzeugverkehr weniger hemmt und schneller zum Ziel gelangen lässt, verringert es die Lärm- und Abgasemissionen der Kraftfahrzeuge. Zugleich erhöht es aber den Anreiz zur Nutzung von Kraftfahrzeugen, welche bei vielen Personen- und Warentransporten deutlich höhere Emissionen verursachen, als andere Verkehrsmittel. Generell kann jede Attraktivitätssteigerung eines Verkehrsmittels neben Verkehrsverlagerungen auch eine Zunahme des Gesamtverkehrs bewirken, wenn vorher schon vorhandene Mobilitätsbedarfe bisher nur wegen der Dauer, den Kosten oder anderen Hindernissen der Bedarfsdeckung unerfüllt blieben. Solche Mobilitätswachse sind beim Zufußgehen oder Radfahren ökologisch unkritisch, beim ÖPNV und beim motorisierten Individualverkehr aber stets mit höheren CO₂-Emissionen verbunden. Statistisch belegbare Daten über die tatsächliche CO₂-Entlastung lassen sich daher allein aus zunehmenden Fahrgastzahlen des ÖPNV nicht direkt ableiten, sondern würden detaillierte Verkehrsanalysen sowohl im ÖPNV als auch im Individualverkehr erfordern.

Einsparpotenziale im kommunal gestaltbaren Mobilitätssektor bestehen:

- in einer weiteren Verbesserung des Radwegenetzes; hierzu wurde von der Stadt bereits der Auftrag für eine neue Studie erteilt, die Vorschläge und Prioritäten ausarbeiten soll;
- in der Aufrechterhaltung und dem moderaten weiteren Ausbau des Busverkehrs, durch größere Fahrzeuge auf den am meisten ausgelasteten Strecken, durch Taktverdichtung und Angebotsausweitung, neue Ticketangebote (z.B. einheitliches "Schülerticket") und
- in einer harmonischen Weiterentwicklung des Regionalverkehrs in Abstimmung mit den Bahnen, dem Kreis Lippe und den beteiligten privaten Unternehmen.

Daneben kann die Stadt in Ihrer Öffentlichkeitsarbeit auch auf die klimapolitischen Probleme der von ihr selbst nicht direkt beeinflussbaren Mobilitätsentwicklung im Tourismus- und Frachtbereich hinweisen.

1.3.4 CO₂-Einsparpotenziale durch Stadtentwicklung

Der Heizwärmebedarf und die damit verbundenen CO₂-Emissionen von Gebäuden hängen stark von deren Größe, Form, Wärmedämmung, solarer Ausrichtung und von der Art ihrer Wärmeversorgung ab. Auf diese Faktoren hat die Stadtentwicklung mit den Instrumenten der Flächennutzungs- und Bauungsplanung, der Wärmeversorgungsplanung sowie der Bau- und Energieberatung Einfluss. Die Siedlungsplanung hat auch direkte Auswirkungen auf den Mobilitätsbedarf. Neubausiedlungen am Stadtrand erzeugen stets zusätzliche Verkehrsströme zu Arbeitsplätzen, Schulen und Einkaufsmöglichkeiten. Innerstädtische Verdichtung oder die Mischung von Wohnen und nicht störendem Arbeiten tun dies nur in geringerem Umfang. Eine "Stadt der kurzen Wege" legt das Zufußgehen oder Radfahren näher, als eine stark zergliederte Siedlungsweise.

Potenziale der CO₂-Einsparung durch Stadtentwicklung liegen daher sowohl in bestehenden Baugebieten, sofern deren bauliche Vorgaben bisher eine gute passive oder aktive Ausnutzung der Sonnenenergie behindern und dieses Hemmnis verringert werden kann (solare Bebauungspläne). In neu überplanten Gebieten können die Parzellierung, Erschließung und die planerischen Vorgaben von Anfang an so gemacht werden, dass eine möglichst gute aktive Ausnutzung von Sonnenenergie im Sommer und passive Ausnutzung von Sonnenenergie im Winter durch Vermeidung gegenseitiger Verschattung ermöglicht wird. Daneben kann die Stadtentwicklung auch dazu beitragen, dass Wärmeversorgungssysteme mit besonders niedrigen CO₂-Emissionen, wie z.B. die Detmolder Fernwärme privilegiert angeboten oder ihre Nutzung sogar vorgeschrieben wird.

Die Mitarbeiter der Bau- und Energieberatung können zudem beratend darauf hinwirken, dass Neubauten wie auch Umbauten von Altbauten auf möglichst hohem energetischem Niveau (z.B. Passivhaus-Bauweise) hergestellt werden und nicht nur entsprechend den gesetzlichen Mindestanforderungen. Sie können Investoren auch auf die einschlägigen Beratungsangebote und Fördermöglichkeiten hinweisen.

1.4 Empfohlene Maßnahmen zur CO₂-Einsparung

Für die Erarbeitung der Maßnahmenempfehlungen wurde im Januar 2009 durch die Verwaltung ein beratendes Fachgremium einberufen. Ihm gehörten Vertreter von 18 Institutionen an, die von Teilbereichen möglicher CO₂-Reduzierungen in Detmold mit betroffen sind und insofern Mitverantwortung für Klimaschutz-Aktivitäten haben oder die anderweitig besondere Fachkenntnisse einbringen können. Die vertretenen Institutionen und teilnehmenden Mitglieder sind in Kapitel 7 genannt.

Das Fachgremium tagte im Februar und März 2009 dreimal unter Moderation von Dr. Bernd Steinmüller von der Paderborner BSMC Sustainability Management Consulting. Als Arbeitsgrundlagen lagen ihm der Teilbericht 1 des Klimaschutzkonzepts mit der bisherigen CO₂-Trendanalyse und die Entwurfsfassung des Teilberichts 2 mit den Potenzialbeschreibungen zur CO₂-Minderung vor.

Das Gremium befürwortete insgesamt das Ziel der Stadt Detmold, die CO₂-Emissionen in Detmold bis 2020 gegenüber 1990 um 40 % zu verringern. Es hält dieses Ziel auch für erreichbar, wenn die aufgezeigten Ziele konsequent weiter verfolgt und bestehende Hemmnisse gemeinsam abgebaut werden. Dazu sind nach Auffassung des Gremiums neben vielfältigen Initiativen der Stadt, der Stadtwerke und der SVD insbesondere auch Aktivitäten von Bürgern, Gebäudeeigentümern, Gewerbe- und Industriebetrieben sowie von verschiedenen anderen Institutionen nötig, die an der Organisation und Finanzierung der erforderlichen Maßnahmen beteiligt sind.

Die wichtigsten Handlungsfelder für die angestrebte CO₂-Einsparung sind nach Auffassung des beratenden Gremiums

- **die Erhöhung der Energieeffizienz von Gebäuden; dazu gehören** insbesondere Maßnahmen zur Verringerung des Heizwärmebedarfs von Altbauten durch wärmetechnische Sanierung sowie von Neubauten durch konsequente Einführung der Passivhaus-Bauweise. Die hohe Prioritätszuordnung ergibt sich aus dem hohen CO₂-Emissionsanteil des Sektors Gebäudeheizung in Detmold und dem erheblichen unausgeschöpften Einsparpotenzial des Detmolder Altbaubestandes. Mit der Ausschöpfung dieser Potenziale werden auch nicht nur die CO₂-Emissionen auf Dauer erheblich verringert, sondern auch die Heizkosten.

- **die Forcierung CO₂-armer Energieträger für die Wärme- und Stromversorgung.** Dazu gehören insbesondere der Ausbau von Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung und aus regenerativen Energien für die Gebäudeheizung in der Kernstadt Detmolds und längs der wachsenden Haupttrassen sowie die Nutzung von Nahwärme, Holzheizung und Sonnenenergie in anderen Stadtteilen. Hiermit können die spezifischen CO₂-Emissionen aus Strom- und Heizwärmeversorgung deutlich verringert werden und kann auch das Ziel einer Erhöhung der regenerativen Anteile an der gesamten Energieversorgung erreicht werden. Eine nennenswerte Verringerung der Heizkosten ist allein dadurch nicht zu erwarten. In den Fernwärmeausbaubereichen müssen zudem mittelfristig Planungen über den Gasnetz-Rückbau erfolgen, da zwei parallelen Versorgungsnetze auf Dauer nicht wirtschaftlich sind.

- **die Verkehrspolitik**, indem über klimapolitisch nachteiliges Mobilitätsverhalten aufgeklärt und innerhalb der Stadt die Nutzung emissionsärmer Verkehrsmittel weiter gefördert und angeregt wird, wobei konkrete Handlungsspielräume beim Radwegebau, ÖPNV, Straßenbau und bei der Parkraumbewirtschaftung bestehen.

Bei allen drei Themengebieten spielen dabei drei parallele Handlungsebenen eine Rolle:

- das eigene vorbildliche Handeln von Stadt und Stadtwerken
- die planerisch-rechtliche Einflussnahme der Stadt auf die Handlungsspielräume Dritter und
- die Motivation dritter Akteure durch noch stärkere Aufklärung und Beratung; insbesondere sind dies die privaten, gewerblichen oder öffentlichen Immobilienbesitzer, die den Großteil der für den Klimaschutz nötigen Investitionen und Verhaltensänderungen direkt oder indirekt zu leisten bzw. zu finanzieren haben. Hier sind Erfolge nur zu erwarten, wenn über diese Ziele, Mittel und Möglichkeiten noch mehr kompetente, neutrale und motivierende Energieberatung und Öffentlichkeitsarbeit erfolgt. Daneben spielen auch finanzielle Anreizsysteme eine Rolle.

In die Prioritätensetzung des Fachgremiums flossen folgende Aspekte ein:

- die Wichtigkeit im Sinne der Höhe des damit erschließbaren CO₂-Einsparpotenzials
- die Umsetzbarkeit im Sinne der Bestimmtheit und Motiviertheit des jeweils nötigen Akteurs sowie
- die vermutete Effektivität im Sinne der Relation zwischen Aufwand und langfristigen Nutzen.

Die Prioritätsbewertung des Gremiums erfolgte mit den Buchstaben **A** für "besonders wichtig", **A/B** für "auch sehr wichtig", **B** für "wichtig" sowie weiter mit **B/C**, **C**, **C/D** bis **D** für "weniger empfehlenswert".

Das Gremium erörterte und bewertete in seinen drei Sitzungen insgesamt 42 konkrete Einzelmaßnahmen und eine Reihe weiterer Empfehlungen, die von seinen Mitgliedern eingebracht wurden.

Im Folgenden wird hiervon eine Zusammenfassung der mit Priorität **A**, **A/B** und **B** gewürdigten Vorschläge gegeben. Die Reihenfolge der Nennungen innerhalb der drei Prioritätsgruppen "A", "A/B" und "B" ist dabei kein internes Ranking, sondern ergab sich zufällig aus dem Eingang der Vorschläge. Eine ausführlichere Darstellung enthält Kapitel 7. Die vollständige Liste der vorgeschlagenen Einzelmaßnahmen ist als Anlage 3 beigefügt. Hinweis zur Systematik: Alle Maßnahmenvorschläge sind mit einer lfd. Nummer durchnummeriert /xx/, die auch in Kapitel 7 und Anlage 3 so angegeben ist.

1.4.1 Maßnahmenempfehlungen mit Priorität A

- a) die Zielvorgabe von Passivhaus-Qualität bei Sanierungen an städtischen Gebäuden, auch bei einzelnen Komponenten /5/, jetzt aktuell auch bei der Nutzung der Konjunkturfördermittel durch die Stadt /6/
- b) die Vorgabe des Baus von Neubauten nur in Passivhaus-Qualität beim Grundstücksverkauf sowie beim Abschluss von Vorhaben- und Erschließungsplänen und zugehörigen Verträgen und anderen zivilrechtlichen Einflussmöglichkeiten durch die Stadt oder durch städtische Gesellschaften /8/
- c) die Organisation eines Investitionsprogramms "Klimaschutz" für den öffentlich geförderten Mietwohnungsbau und in MFH, deren Mieter Miet- oder Nebenkostenzuschüsse erhalten durch eine Arbeitsgruppe aus Wohnungswirtschaft, Mietern bzw. Mieterverbänden, Stadt, NEI und Kostenträgern /1/
- d) der Ausbaus der Fernwärme auf Basis von KWK und Biomasse durch die Stadtwerke /ohne lfd. Nr. vgl. Kap. 3/

1.4.2 Maßnahmenempfehlungen mit Priorität A/B

- e) die Ausweitung der Detmolder Energieberatung des NEI, insbesondere der Öffentlichkeitsarbeit, um noch mehr privaten und gewerblichen Gebäudeeigentümern ihre Einsparpotenziale aufzuzeigen und Hilfestellung bei der Sanierungsplanung zu geben /2/ incl. /20/
- f) der Aufbau einer Lippe-weiten Online-Energieberatung durch das NEI, mit der neben den persönlichen Beratungsangeboten standardisierbare Fachinformation und Wegweiser zu weiteren Wissensquellen und Sanierungspartnern vermittelt werden können /3/ incl. /20/
- g) der Aufbau eines lokalen oder regionalen Beratungsnetzwerks zu Energieeffizienz und erneuerbaren Energien unter Regie der Stadt /17/
- h) die Überprüfung der Einhaltung der Energieeinsparverordnung bei Altbausanierungen durch das Bauordnungsamt /29/
- i) die Erarbeitung eines Kommunikationskonzepts für ältere Hauseigentümer, um ihnen den Nutzen langfristig vorteilhaften Sanierungsinvestitionen besser verständlich zu machen durch u.a. Kreditinstitute /36/
- j) die Erarbeitung eines Detmolder Mietspiegels, in dem die energetische Gebäudequalität stärker berücksichtigt wird /10/
- k) die Erarbeitung eines Leitfadens für Klimaschutz im Städtebau durch die Stadt /12/
- l) die Erarbeitung von Energiekonzepten für Neubaugebiete im Rahmen der städtebaulichen Planung /16/

1.4.3 Maßnahmenempfehlungen mit Priorität B

- m) das Auflegen eines Detmolder Förderprogramms für Passivhäuser als Markteinführungshilfe mit fachlicher Begleitung durch die Stadt, beschränkt auf 20 Neu- oder Altbaubjekte /04/
- n) die Erstattung der Grundsteuer bei Neubau von Passivhäusern bzw. ein wertgleiches Anreizprogramm mit Nutzung dieses Slogans durch die Stadt /37/
- o) die Einführung von Festsetzungen zur Verbesserung der aktiven und passiven Solarnutzung in Bebauungsplänen durch die Stadt /13/
- p) die Einführung einer energetischen Überprüfung und Bewertung von Bebauungsplänen durch die Stadt /14/

- q) die Überprüfung der Möglichkeiten, in Mietwohnbauten durch Nachrüstung von Lüftungsanlagen Energie zu sparen und die hygienischen Verhältnisse zu verbessern durch eine Arbeitsgruppe aus Wohnungswirtschaft, Stadt, NEI /23/
- r) die Erarbeitung einer Mustervereinbarung für die Kostenteilung bei energetischer Altbauanierung zwischen Vermieter und Mieter unter Mitwirkung der Verbände und des BUND /31/
- s) die behutsame Vorbereitung des späteren Rückbaus paralleler Gasinfrastruktur im Rahmen des Fernwärmeausbaus durch die Stadt bzw. Stadtwerke /7/
- t) die Einführung einer längeren automatischen Archivierung von Verbrauchsdaten bei den Stadtwerken und der Ausdruck einer längerfristigen Kurve zur Verbrauchsentwicklung in den Jahresrechnungen, um den Gas-, Fernwärme- und Stromkunden eine bessere mittelfristige Erfolgskontrolle ihrer Einsparerfolge zu ermöglichen /9/
- u) die stärkere Beteiligung an Kampagnen von Bund und Land zur Förderung der Energieeinsparung durch die Stadt /15/
- v) die stärkere Nutzung der Informationsangebote der Energieagentur NRW /18/
- w) der Druck einer kommunalen Informationsbroschüre zur energetischen Altbauanierung auf Basis von Kapitel 2 dieses Berichts zur Verteilung an Hauseigentümer durch die Stadt /19/
- x) die Unterstützung der Organisation von Energieberatung im Haushalt von Hartz-IV-Empfängern durch dafür geschulte Hartz-IV-Empfänger unter Obhut der Caritas /33/
- y) Einrichtung eines Email-Informationsverteilers "Klima-Newsblitz" an gewerbliche Firmen mit aktuellen Kurznachrichten zu Klimaschutz durch Stadtwerken und GILDE /38/
- z) die Ausweitung des bei Priorität A bereits genannten Investitionsprogramms Klimaschutz auch auf den frei finanzierten Mietwohnungsbau /21/

2 CO₂-Einsparung aus Gebäudeheizung, Warmwasser und Strom

2.1 CO₂-Einsparung aus Gebäudeheizung

Ausweislich der Ergebnisse aus Teil 1 des Klimaschutzkonzepts verursachte die Erzeugung von Raumwärme im Jahr 2006 etwa 44 % der gesamten Detmolder CO₂-Emissionen. Ein Großteil der beheizten Gebäude in Detmold ist dabei schon älter und hat, gemessen an heute möglichen Standards, überhöhte CO₂-Emissionen. Folgendes Diagramm zeigt die Bandbreite üblicher Heizwärmebedarfe von Alt- und Neubauten:

Aus ihm ist erkennbar, dass die energetische Sanierung von Altbauten wesentlich größere Einsparpotenziale eröffnet als z.B. die Verbesserung von Neubauten. Saniert man z.B. einen "35-Liter"-Altbau aus 1950 auf Neubaustandard, macht die erzielte 80%ige Einsparung absolut 275 kWh/m²*a aus. Errichtet man einen Neubau als Passivhaus statt nach EnEV-Mindestanforderungen verringert man dessen HWB mit 80 % Einsparung absolut nur 60 kWh/m²*a. So sinnvoll es ist, Neubauten nach Stand der Technik in Passivhaus-Bauweise zu bauen, ist es doch klimapolitisch vorrangig, die Potenziale der Altbausanierung auszuschöpfen und dabei auch die fortschrittliche Technik aus dem Neubausektor zur Anwendung zu bringen.

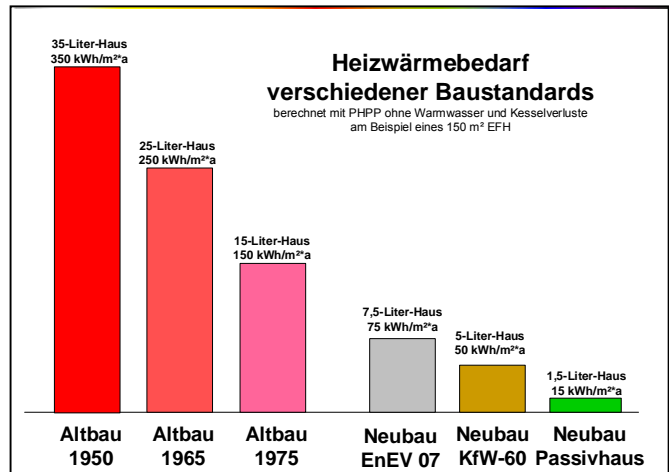


Abb. 2.1-1 Heizwärmebedarfe

Das CO₂-Einsparpotenzial im Sektor Gebäudeheizung und Warmwasser hängt, außer vom bauseitigen Heizwärmebedarf, auch von der Effizienz der Wärmeerzeuger und von den spezifischen CO₂-Emissionen der zur Wärmeerzeugung eingesetzten Energieträger ab. Potenziale zur Verringerung der CO₂-Emissionen liegen bei älteren Häusern außer in der Verringerung des Heizwärmebedarfs also

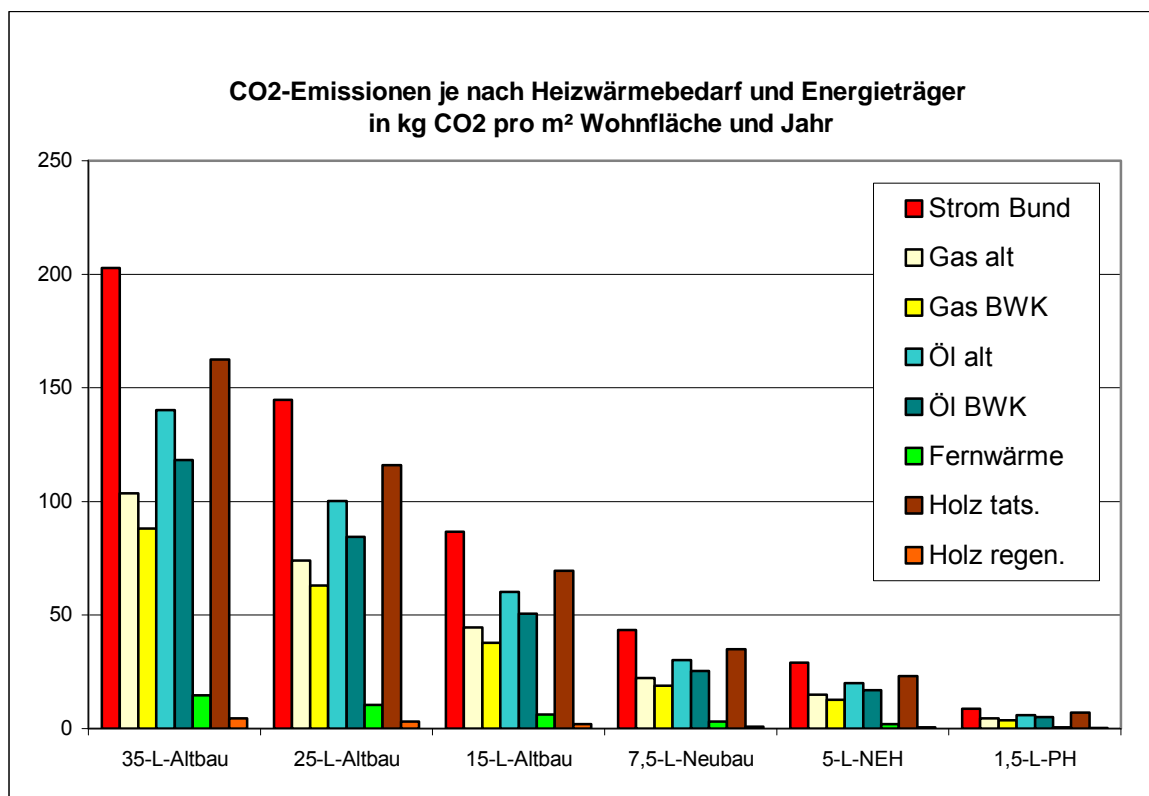


Abb. 2.1-2 Spezifische CO₂-Emissionen je nach HWB und Heiztechnik

auch in der Verbesserung der Heiztechnik und im Wechsel auf CO₂-ärmere Energien.

Abb. 2.1-2 zeigt die unterschiedliche Höhe der CO₂-Emissionen von Häusern derselben sechs Qualitätsabstufungen des Heizwärmebedarfs differenziert nach Art der Beheizung.

Der Umrechnung von spezifischem Heizwärmebedarf auf die spezifische CO₂-Emissionen pro m² Wohnfläche liegen die folgenden Emissionsfaktoren aus Teil 1 des Klimaschutzkonzepts zu Grunde, sowie folgende Annahmen zum Umwandlungswirkungsgrad der jeweiligen Endenergie in Raumwärme:

Energieträger	CO ₂ /kWh	Heiztechnik	Wirk-Grad
Erdgas	251,9 g	Heizstrom	95 %
Heizöl	320,7 g	Gasheizung alt	85 %
Flüssiggas	277,4 g	Gasheizung BWK	100 %
Heizstrom	550,0 g	Ölheizung alt	80 %
DT-Fernwärme	50,0 g	Ölheizung BWK	95 %
Holz (real)	371,1 g	Holzheizung	80 %
Holz (global)	0 g	Fernwärme	95 %

Aus Abb. 2.1-2 ist einerseits erkennbar, dass der Heizwärmebedarf bei üblichen Energieträgern wie Gas, Öl und Strom weiterhin die bestimmende Einflussgröße auch auf die Höhe der CO₂-Emissionen eines Gebäudes ist. Nur bei tatsächlich oder zumindest rechnerisch sehr CO₂-emissionsarmen Heizenergien wie der Detmolder Fernwärme (im Diagramm hellgrün) oder Holz bei, Anrechnung der CO₂-Senke der Wachstumsphase, sind die Niveaus sämtlich sehr gering.

Im folgenden Kapitel werden zunächst die Potenziale zur Verringerung des Heizwärmebedarfs in Detmold behandelt. Die Potenziale durch Effizienzsteigerung der Wärmeerzeuger und des Brennstoffwechsels in Detmold sind in Kapitel 3 behandelt.

Der Heizwärmebedarf der Detmolder Gebäude ergibt sich aus

- a) den Transmissionswärmeverlusten über die Gebäudehülle,
- b) den Lüftungswärmeverlusten,
- c) den solaren Wärmegewinnen durch Fenster und
- d) den inneren Wärmegewinnen.

Potenziale zur Verringerung des Heizwärmebedarfs liegen in

- a) einer Verbesserung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle durch Dämmung von Kellerbauteilen, Außenwänden und Dachbauteilen sowie Einbau weniger wärmeleitender Gläser bzw. Fenster und Türen,
- b) der Verringerung der Lüftungswärmeverluste durch bessere Abdichtung luftundichter Gebäude und effiziente Lüftungstechnik und in
- c) der Erhöhung solarer und innerer Wärmegewinne.

Um das in Detmold ausschöpfbare CO₂-Einsparpotenzial aus der Gebäudeheizung zu ermitteln, wurde vom NEI eine umfangreiche Erhebung energetischer Gebäudedaten durchgeführt. Insgesamt wurden im Dezember 2008 etwa 38.000 Fragebögen an Haushalte verteilt, in denen Daten zu Gebäudeform, beheizter Zone, Bauart und Wärmedämmung der Hüllflächen, Türen und Fenster, Heizung und Warmwasserversorgung, sowie Luftdichtheit und Energieverbrauch abgefragt wurden. Der Rücklauf wurde in eine Datenbank eingepflegt. Für Bürger, die ihre Gebäudedaten direkt online einpflegen wollen, wurde eine Internet-Datenbank eingerichtet. Einbezogen wurden auch Daten und Erfahrungen aus inzwischen 20 Jahren Energieberatungsarbeit in Detmold und 15 Jahren Förderung der energetischen Altbausanierung, Daten der Stadtverwaltung über städtische Gebäude sowie der Stadtwerke über Verbrauchsmengen leitungsgebundener Energien. Um für die Hochrechnung auf das ganze Stadtgebiet geeignete Faktoren bilden zu können, wurden anhand verfügbarer Satellitenaufnahmen statistische Häufigkeitswerte bestimmter Gebäudetypen und Gebäudemerkmale ermittelt.

Diese daraus ermittelten Potenziale zur Verringerung des Heizwärmebedarfs sind in den folgenden Kapiteln qualitativ beschrieben und abschließend quantitativ hochgerechnet. Darin ist zu Vergleichszwecken für die meisten Bauteile einheitlich eine Kalkulationsdauer von 40 Jahren angenommen, auch wenn tatsächlich manche Bauteile deutlich längere Nutzungsdauern haben können.

2.1.1 Einsparpotenziale durch die Sanierung von Kellerbauteilen

Der wärmetechnisch relevante untere Abschluss der beheizten Zone eines Gebäudes kann, je nach Art der Unterkellerung und der Beheizung evtl. Keller, aus unterschiedlichen Bauteilen bestehen. Folgende Skizze zeigt vereinfacht die häufigsten Varianten. Die beheizte Zone des Hauses ist darin als gelbe Fläche, der Verlauf der wärmeübertragenden Gebäudehülle mit roter Linie eingetragen.

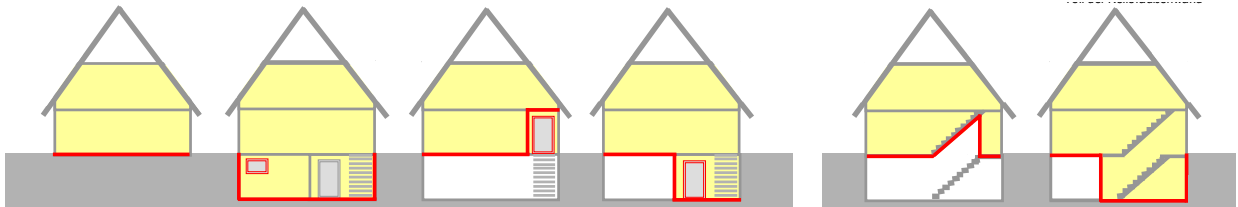


Abb. 2.1.1-1 Kellerbauarten

Als Wärme übertragende Bauteile kommen dabei vor:

- Sohlplatten unter beheizten Räumen auf Erde
- Keller-Außenwände gegen Erde oder gegen Luft
- Innenwände zwischen beheizten Räumen und unbeheizten Kellern
- Kellerdecken über unbeheizten Kellern sowie
- Kellerfenster, Keller-Innentüren und Keller-Außentüren.

Die hierbei jeweils bestehenden Einsparpotenziale sind in folgenden Kapiteln beschrieben.

Diese Wärme übertragenden Kellerbauteile machen bei EFH und MFH bis etwa 15 WE im Mittel etwa 20 % der gesamten Wärme übertragenden Gebäudehüllen aus.

Bei Detmolder Gebäuden kommen bei Kellern folgende Häufigkeiten vor:

- nicht unterkellert	11 %	mit unbeheizten Kellern	65 %
- teilunterkellert	16 %	mit teilbeheizten Kellern	33 %
- voll unterkellert	73 %	mit vollbeheizten Kellern	2 %

2.1.1.1 Sohlplatten unter beheizten Räumen

Auf der Erde liegende Sohlplatten oder andere Böden unter beheizten EG- oder Kellerräumen sind bei Detmolder Häusern seit etwa 1930 üblicherweise aus Beton, bei älteren Häusern sind es teils noch Holzböden auf Luftschicht über Kies- oder Schlackeschüttungen oder nur aus schweren Steinen. Da Beton und schwere Steine kaum Wärme dämmen, hängt die über Sohlplatten ins Erdreich abfließende Wärmemenge vor allem von der Dicke und Wärmeleitfähigkeit evtl. Dämmschichten auf oder unter diesen Decken ab. Folgende Tabelle zeigt sechs übliche energetische Qualitäten solcher Sohlplatten ohne oder mit 2 cm, 4 cm, 8 cm, 12 cm und 22 cm Wärmedämmung. In ihr sind am Beispiel einer 100 m² großen Deckenfläche und bei angenommenen 7 Ct/kWh Wärmekosten auch dargestellt, welche Wärmeverluste und Heizkosten über solche Decken entstehen. Aus den dargestellten Differenzen kann man den energetischen und finanziellen Nutzen zusätzlicher Dämmung erkennen.

Sohlplatten	sehr kalt (*)	kalt	kühl	Neubau-Standard	Niedrig-Energie-Standard	Passivhaus-Standard
U-Wert	4,87 W/m ² K	1,31 W/m ² K	0,79 W/m ² K	0,39 W/m ² K	0,27 W/m ² K	0,15 W/m ² K
Bauart / Dämmung	Nur Beton	+2 cm 040	+4 cm 040	+8 cm 035	+12 cm 035	+22 cm 035
Wärmeverlust p.a.	20.454 kWh	5.489 kWh	3.318 kWh	1.646 kWh	1.138 kWh	0.643 kWh
Wärmeverlust in 40 a	818.160 kWh	219.576 kWh	132.720 kWh	65.856 kWh	45.528 kWh	25.704 kWh
Wärmekosten p.a.	1.432 EUR	384 EUR	232 EUR	115 EUR	80 EUR	45 EUR
Wärmekosten in 40 a	57.271 EUR	15.370 EUR	9.290 EUR	4.610 EUR	3.187 EUR	1.799 EUR

Größe der Sohlplatte: 100 m²

Kalkulationsdauer: 40 a

Wärmepreis: 7 Eurocent/kWh

Abb. 2.1.1.1-1 Wärmeverluste über Sohlplatten

(*) Der hohe U-Wert für "sehr kalt" gilt bei normgerechter Grenzziehung an der Unterkante der Betonsohle ohne Anrechnung der Dämmwirkung der Erde, welche je nach Erdart und Erdfeuchte höher oder niedriger sein kann. Eine nachträgliche Wärmedämmung von Wärme übertragenden (wüt) Sohlplatten ist in der Regel nur oberseitig möglich. Insoweit nicht durch den Rückbau alter Oberböden und Estriche Aufbauhöhe gewonnen werden kann, verringert die zusätzliche Dämmung die verbleibende Raumhöhe. Dies kann es erforderlich machen, Türstürze und Treppenantritte zu ändern. In Altbauten mit sehr hohen Raumhöhen ist das teils unproblematisch. In Räumen mit geringen Raumhöhen kann es jedoch ein Hemmnis sein. Bei sehr alten Häusern, deren Außen- und Innenwände auf eigenen Fundamenten stehen und bei denen nur raumweise Sohlplatten zwischen den Wandfundamenten eingebaut sind, können die alten Böden bzw. Sohlplatten nachträglich ausgebaut werden, der Boden tiefer auskoffert und ohne Raumhöhenverlust neue Drainage-, Dichtungs- und Dämmschichten eingebaut werden. Anlass für so weitgehende Bodensanierungen sind in der Regel nicht anders lösbare Feuchtprobleme oder Instabilitäten. Die Möglichkeit zur Verbesserung der Dämmung ist dann ein Nebennutzen.

In Detmolder Gebäuden kommen bei Wärme übertragenden Sohlplatten folgende Häufigkeiten vor:

- Häuser mit wüt. Sohlplatte	35 %	wüt. Sohlplatte ungedämmt	72 %
- Häuser ohne wüt. Sohlplatte	65 %	wüt. Sohlplatte gedämmt	28 %

Sofern baukonstruktiv und unter Einbeziehung aller anderer individueller Nebenumstände möglich, sind heute bei üblicher Dämmstoffqualität (WLG 035) in Sohlplatten unter beheizten Räumen Dämmschichten von wenigstens 12 cm und bis zu 22 cm Stärke empfehlenswert. Damit können bei Altbauten die Wärmeverluste über nicht oder nur wenig gedämmte Sohlplatten um 50 bis 97 % verringert werden und es kann Niedrigenergie- bzw. Passivhausqualität erreicht werden. Wenn bei solchen Umbauten auch Erneuerungen des Bodenbelags und bei Dämmstärken von über ca. 5 cm zudem Anpassungsarbeiten an Türen, Heizkörpern, Treppen etc. nötig werden, sind die Vollkosten solcher Umbauten nicht aus den erzielbaren Energieeinsparungen finanzierbar. Erfolgen die Umbauten aber vorrangig oder anteilig auch aus anderem Grund (Erneuerungsbedarf, Wasserabdichtung...), ist der Mehraufwand für die dabei nachzurüstende Dämmung gegenüber der damit erzielbaren Einsparung in der Regel immer darstellbar. Die im Einzelfall sinnvolle Dämmstärke und Ausführung muss dabei anhand der individuellen Randbedingungen ermittelt werden.

Die folgenden Bilder zeigen vier Beispiele der nachträglichen Wärmedämmung von Sohlplatten:



Abb. 2.1.1.1-2
Nachträgliche oberseitige Dämmung einer vorher ungedämmten Keller-Sohlplatte mit 12 cm Dämmstärke.



Abb. 2.1.1.1-3
Absenkung einer raumweisen Sohlplatte mit neuer Dämmung in einem Fachwerkhaus mit oberseitig 6 cm PU-Hartschaum



Abb. 2.1.1.1-4
Sohlplattendämmung einer Turnhalle von oben mit 4 cm Vakuum-Dämmstoff



Abb. 2.1.1.1-5
Sohlplattendämmung von oben mit Holzboden durch 11 cm Perlite-Schüttdämmung WLG 045

2.1.1.2 Keller-Außenwände

Außenwände beheizter Keller gegen Erde sind bei Detmolder Altbauten vor etwa 1960 häufig aus schwerem Mauerwerk (Bruchstein, Vollziegel oder Kalksandstein) hergestellt. Zwischen 1960 und 1980 sind sie bereits häufig und nach 1980 überwiegend aus Beton. Die Wandstärken variieren zwischen 70 und 100 cm bei alten Bruchstein-Kellerwänden größerer Häuser (z.B. Musikschule Wolde-marstraße), bzw. zwischen 36 und 48 bei Ziegel- oder KS- und zwischen 25-35 cm bei Betonkellerwänden.

In Detmolder Gebäuden kommen bei Außenwänden beheizter Keller folgende Häufigkeiten vor:

- ohne Wärmedämmung 72 %
- mit Wärmedämmung 28 %

Wände aus Beton und schweren Mauersteinen haben materialbedingt eine sehr hohe Wärmeleitfähigkeit. Gegen Erddruck und Wasser beständige Perimeter-Dämmstoffe zur äußeren Dämmung erdbe-rührter Wände sind erst seit etwa 1950 verfügbar und erst seit etwa 1965 marktüblich. Unsanier-te alte Außenwände beheizter Keller verursachen daher fast immer hohe Wärmeverluste. Im Erdreich lie-gende Keller wurden früher in der Regel nur als unbeheizte Lagerräume geplant und genutzt. Erst mit der Einführung sicherer Abdichtungsmaterialien gegen Wasser bzw. wasserdichter Kellerwannen so-wie von Zentralheizungen wurden Altbau-Keller allmählich trockener und wärmer und konnten höher-wertig genutzt werden. Die häufige Umnutzung früher unbeheizter Keller-Lagerräume zu regelmäßig beheizten Aufenthaltsräumen ist allerdings schon seit Mitte der 1950er Jahre an das Vorhandensein oder die Nachrüstung des jeweils gesetzlich vorgeschriebenen Mindestwärmeschutzes gekoppelt, da sonst gesundheitsgefährdende Schimmelrisiken bestehen. Diese Pflicht wird jedoch oft nicht beachtet. Bild 2.1.1.2-1 zeigt thermographisch den hohen Wärmeabfluss über die Außenwand eines beheizten Kellerraums, welche nur in kellerüblicher Qualität ohne Dämmschichten gebaut ist und nicht nachträg-lich gedämmt wurde, obwohl der Keller inzwischen dauernd beheizt wird.

Bei älteren Mauerwerkskellern dringt oft Nässe durch die Kellerwände nach innen ein, weil Abdich-tungsschichten fehlen oder durch Alterung versagen. Zugleich werden immer höhere Anforderungen an die Trockenheit von Kellern gestellt, um nicht nur Lebensmittel und Gartengeräte, sondern auch Kleider, Möbel und Akten lagern zu können. Um dies zu ermöglichen, werden ältere Kellermauern oft

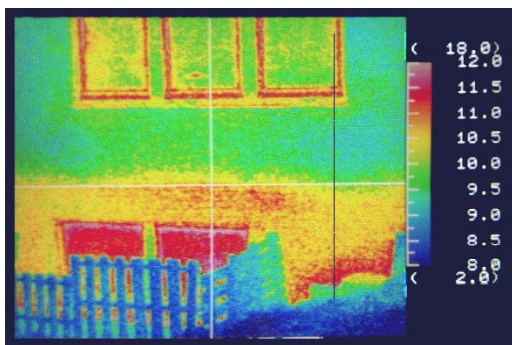


Abb. 2.1.1.2-1
Wärmeverluste nicht gedämmter Außenwände
beheizter Keller



Abb. 2.1.1.2-2
Nötige Erneuerung der äußeren Abdichtung
als günstiger Anlass für Außendämmung



Abb. 2.1.1.2-3
Außendämmung der Keller-Außenwände im Sockel-
bereich anlässlich der Sanierung der Wasserabdichtung



Abb. 2.1.1.2-4
Außendämmung nur des luftberührten
Sockelbereichs als Mindestdämmung
der Oberkante der Kellermauer

nachträglich abgegraben und abgedichtet. Bei der dazu nötigen äußeren Freilegung von Kelleraußenwänden sollte stets auch eine außenseitige Wärmedämmung von Kellerwänden erfolgen. Und da hier aus baupraktischen Gründen meist ein 60 cm bis 1 m breiter Arbeitsraum ausgegraben werden muss, kann eine solche Außendämmung mit geringem Aufwand auch in üppiger Dicke montiert werden, da dafür fast nur der höhere Materialpreis anfällt.

Folgende zwei Tabellen zeigen sieben beispielhafte energetische Qualitäten von ungedämmten Keller-Außenwänden aus Beton, Bruchstein bzw. KS oder Vollziegelmauerwerk sowie mit 8 cm, 12 cm und 22 cm Wärmedämmung, einmal für an Luft und einmal für an Erdreich grenzende Keller-Außenwände. In ihnen sind am Beispiel von jeweils 100 m² großen Wandflächen und bei angenommenen 7 Ct/kWh Wärmekosten auch dargestellt, welche Wärmeverluste und Heizkosten über solche Wände entstehen. Aus den dargestellten Differenzen kann man den energetischen und finanziellen Nutzen zusätzlicher Dämmschichten erkennen. Sie unterscheiden sich nur in den Temperaturdifferenzen zwischen Innen- und Außenseite der Wände. Im Mittel einer Heizperiode ist die Temperaturdifferenz zwischen beheiztem Raum und Erdreich nur etwa halb so hoch wie zur Außenluft. Eine gleich dicke Dämmung wirkt daher gegen Außenluft doppelt so stark wie gegen Erdreich.

Keller-Außenwand gg. Erde	sehr kalt	kalt	kalt	kühl	Neubau-Standard	Niedrig-Energie-Standard	Passivhaus-Standard
U-Wert	4,00 W/m ² K	2,10 W/m ² K	1,20 W/m ² K	0,60 W/m ² K	0,35 W/m ² K	0,25 W/m ² K	0,15 W/m ² K
Bauart / Dämmung	25 cm Beton	36 cm KS	36 cm VZ	+4 cm 035	+8 cm 035	+12 cm 035	+22 cm 035
Wärmeverlust p.a.	16.800 kWh	8.820 kWh	5.040 kWh	2.520 kWh	1.470 kWh	1.050 kWh	0.643 kWh
Wärmeverlust in 40 a	672.000 kWh	352.800 kWh	201.600 kWh	100.800 kWh	58.800 kWh	42.000 kWh	25.704 kWh
Wärmekosten p.a.	1176 EUR	617 EUR	353 EUR	176 EUR	103 EUR	74 EUR	45 EUR
Wärmekosten in 40 a	47.040 EUR	24.696 EUR	14.112 EUR	7.056 EUR	4.116 EUR	2.940 EUR	1.799 EUR

Wandfläche: 100 m² Kalkulationsdauer: 40 Jahre Wärmepreis: 7 Eurocent/kWh

Abb. 2.1.1.2-5 Keller-Außenwand gg. Erde (halbe Temperaturdifferenz wie gg. Luft)

Keller-Außenwand gg. Luft	sehr kalt	kalt	kalt	kühl	Neubau-Standard	Niedrig-Energie-Standard	Passivhaus-Standard
U-Wert	4,00 W/m ² K	2,10 W/m ² K	1,20 W/m ² K	0,60 W/m ² K	0,35 W/m ² K	0,25 W/m ² K	0,15 W/m ² K
Bauart / Dämmung	25 cm Beton	36 cm KS	36 cm VZ	+4 cm 035	+8 cm 035	+12 cm 035	+22 cm 035
Wärmeverlust p.a.	33.600 kWh	17.640 kWh	10.080 kWh	5.040 kWh	2.940 kWh	2.100 kWh	1.285 kWh
Wärmeverlust in 40 a	1.344.000 kWh	705.600 kWh	403.200 kWh	201.600 kWh	117.600 kWh	84.000 kWh	51.408 kWh
Wärmekosten p.a.	2352 EUR	1235 EUR	706 EUR	353 EUR	206 EUR	147 EUR	90 EUR
Wärmekosten in 40 a	94.080 EUR	49.392 EUR	28.224 EUR	14.112 EUR	8.232 EUR	5.880 EUR	3.599 EUR

Wandfläche: 100 m² Kalkulationsdauer: 40 Jahre Wärmepreis: 7 Eurocent/kWh

Abb. 2.1.1.2-6 Keller-Außenwand gg. Luft (doppelte Temperaturdifferenz wie gg. Erde)

Erkennbar ist vor allem, dass durch ungedämmte Beton-Kellerwände (üblich seit 1980) extrem viel Wärme nach außen abfließt, wenn die Keller beheizt werden, dass Bruchstein- (üblich vor 1930) und Kalksandsteinwände (1960-1980) ebenfalls relativ viel Wärme verlieren. Vollziegelkeller (1850-1950) sind dem gegenüber etwas wärmer aber immer noch kalt. Niedrige Wärmeverluste über Kelleraußenwände sind unabhängig von der Steinart erst ab etwa 12 cm Dämmstärke erreichbar.

Empfehlenswerte Dämmstärken für die Außendämmung von Keller-Außenwänden sind heute wenigstens 12 cm und bis zu 22 cm (bei Betonkellern 24 cm), sofern unter Einbeziehung evtl. individueller Nebenumstände möglich, jedenfalls aber, wenn aus anderem Grund ohnehin abgegraben werden soll. Damit können bei Altbauten die Wärmeverluste über dieses Bauteil um 79 bis 97 % verringert werden und kann Niedrigenergie- bzw. Passivhausqualität dieser Komponente erreicht werden.

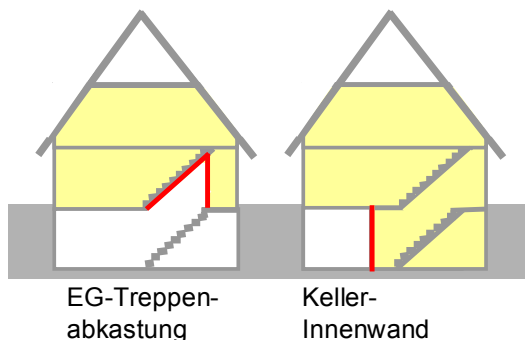
Ist bei einem Objekt kein anderer Anlass zum Abgraben der Keller-Außenwände von außen gegeben und müsste dieser Aufwand nur um der Energieeinsparung willen betrieben werden, kann es wirtschaftlich sinnvoll sein, die Dämmung der Kellerwände auf deren luftberührten oberen Rand und die ersten etwa 50 cm Tiefe im Erdreich zu begrenzen, da damit immerhin die im Winter kältesten Stellen der Kelleraußenwand überdeckt werden. Diese Variante ist in Abb. 2.1.1.2-4 gezeigt.

Von dieser Variante wird oft Gebrauch gemacht, wenn am betroffenen Haus ohnehin eine Außendämmung der Fassade montiert wird und deren Unterende aus gestalterischen Gründen, oder weil dabei gerade relativ preiswert mit ausführbar ist, noch bis ins Erdreich hinein verlängert wird.

Kommt eine Außendämmung von Keller-Außenwänden nicht in Frage, ist unter bestimmten Umständen auch eine Innendämmung möglich. Hierbei muss neben der thermischen Wirkung aber auch der feuchtetechnische Effekt beachtet werden. Grundsätzlich soll man Innendämmungen so bauen, dass sich in dem kühleren Schichtbereich in oder hinter dem Dämmstoff, wo die Tauwassertemperaturgrenze unterschritten sein kann, keine zu hohe Feuchte anreichert. Dem kann vorgebeugt werden, wenn die Nachströmmöglichkeiten von Feuchte so abgesperrt werden, dass die geringe Abtrocknung nach außen oder innen ausreichend für die Gesamtabtrocknung sind. Dies gilt zunächst für Außenwände gegen Außenluft. Kellerwände, die an Erdreich grenzen, sind daneben aber auch von Feuchteströmen aus dem Erdreich betroffen. Abtrocknen kann hier die Feuchte normalerweise nur nach innen. Dringt regelmäßig Feuchte von unten oder außen in solche Kellerwände ein und trocknen diese nach innen ab, findet man an den Innenseiten der Wände oft Salzspuren, da das im Wasser enthaltene Salz nicht mitverdunsten kann. Sperrt man eine solche Wand durch Innendämmung zum Raum hin feuchtetechnisch ab, kann die von außen kommende Feuchte nicht mehr zum Raum hin abtrocknen und die Wand wird immer nasser. Mit Außenfeuchte belastete Kellerwände sollten daher keine Innendämmung mit Sperrwirkung erhalten, sofern man das Nasserwerden der Wand nicht in Kauf nehmen will. Sollen bisher feuchte Keller höherwertig genutzt werden, ist eine äußere Abdichtung und Dämmung und das Offenhalten von inneren Abtrocknungsmöglichkeiten vorzuziehen. Nur bei sehr dichten und trocknen Kelleraußenwänden kann Innendämmung ohne größere Risiken montiert werden.

2.1.1.3 Keller-Innenwände zwischen beheizten und unbeheizten Räumen

Auch Innenwände zwischen unbeheizten und beheizten Kellerräumen oder zwischen kalten Kellern und dem beheizten EG hin offenen Treppenhäusern sind Teil der thermischen Gebäudehülle. In Detmolder Altbauten sind sie häufig aus einfachem, schwerem Mauerwerk ohne jegliche Dämmschicht oder - vor allem bei Treppenhausabtrennungen - in Leichtbaukonstruktion aus Holzständerwerk mit einseitiger Holz- oder Gipskartonbeplankung hergestellt. Diese Bauteile sind ursprünglich fast nie wärmegeklämt. Oft sind sie auch stark luftundicht. Durch sie strömt dann nicht nur unnötig viel Wärme in die unbeheizten Keller ab, sondern auch Kaltluft vom Keller in das EG. Besonders wenn im Winter im Haus der thermische "Kamineffekt" oben leichte warme Luft aus dem Haus drückt und unten schwere kalte Luft nachsaugt, sind die Kaltluftströme durch solche undichten Trennflächen spürbar. Häufig treten hohe Wärmeverluste über solche Innenwände auch bei teilbeheizten Kellern auf, deren Trennwände zwischen beheizten und nicht beheizten Kellern häufig ohne jeden Wärmeschutz hergestellt sind, und wenn die höherwertige Kellernutzung mit regelmäßiger Beheizung eines Kellers ursprünglich nicht vorgesehen war.



In Detmolder Gebäuden kommen bei Innenwänden zwischen beheizten und unbeheizten Kellern folgende Häufigkeiten vor:

- ohne Wärmedämmung 89 %
- mit Wärmedämmung 11 %

Folgende Tabelle zeigt sechs übliche energetische Qualitäten solcher Innenwände aus 11,5 cm starkem KS- oder Vollziegelmauerwerk ohne Dämmung sowie mit 4 cm, 8 cm, 10 cm und 22 cm Wärmedämmung. In ihr sind am Beispiel einer 25 m² großen Wandfläche und bei angenommenen 7 Ct/kWh Wärmekosten auch dargestellt, welche Wärmeverluste und Heizkosten über solche Decken entstehen. Aus den dargestellten Differenzen kann man auch den energetischen und finanziellen Nutzen zusätzlicher Dämmschichten erkennen.

Keller-Innenwand kalt-warm	sehr kalt	kalt	kühl	Neubau-Standard	Niedrig-Energie-Standard	Passivhaus-Standard
U-Wert	2,60 W/m ² K	2,10 W/m ² K	0,65 W/m ² K	0,37 W/m ² K	0,31 W/m ² K	0,15 W/m ² K
Bauart / Dämmung	11,5 KS	11,5 VZ / Holz	+4 cm 035	+8 cm 035	+10 cm 035	+22 cm 035
Wärmeverlust p.a.	2.730 kWh	2.205 kWh	0.683 kWh	0.393 kWh	0.323 kWh	0.161 kWh
Wärmeverlust in 40 a	109.200 kWh	88.200 kWh	27.300 kWh	15.708 kWh	12.936 kWh	6.426 kWh
Wärmekosten p.a.	191 EUR	154 EUR	48 EUR	27 EUR	23 EUR	11 EUR
Wärmekosten in 40 a	7.644 EUR	6.174 EUR	1.911 EUR	1.100 EUR	0.906 EUR	0.450 EUR

Größe der Fläche:25 m²

Kalkulationsdauer:40 Jahre

Wärmepreis: 7 Eurocent/kWh

Abb. 2.1.1.3-1 Keller-Innenwände kalt-warm

Eine nachträgliche Wärmedämmung solcher Innenwände ist in der Regel leicht möglich und bauphysikalisch unproblematisch. Wenn möglich sollte die Dämmung auf der kalten Wandseite montiert werden. Empfehlenswert sind wenigstens 8-10 cm Dämmung, womit Neubau- bzw. Niedrigenergie-Niveau an solchen Wänden erreichbar ist. Sofern genügend Platz vorhanden ist, kann auch eine Ausführung in 22 cm Dämmstärke bzw. Passivhaus-Niveau empfohlen werden. Da hier weder Außenwitterung ansteht noch besondere mechanische Belastungen stattfinden, sind fast alle gängigen Dämmstoffe und Befestigungskonstruktionen nutzbar.

Ist eine solche Innenwand nicht luftdicht, wie z.B. oft bei hölzernen Einkastungen von Kellertreppen unter EG-OG-Treppen der Fall (vgl. Abb. 2.1.1.3-2), muss zunächst auf der warmen Seite der Dämmung eine vollflächige Luftdichtungsschicht eingebaut werden. Ist eine gesamte Luftdichtheit z.B. hölzerner Kellertreppenabkleidungen nicht mit vertretbarem Aufwand herstellbar, sollte geprüft werden, ob nicht am Unterende der Kellertreppe im Keller ein Durchgang besteht, der als luftdichte Absperrung zwischen unbeheiztem Keller und beheiztem EG dienen kann.



Abb. 2.1.1.3-2
Ungedämmte und undichte Kellertreppenumkleidung, die schwer sanierbar ist

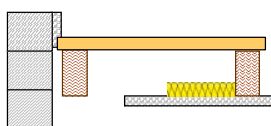


Abb. 2.1.1.3-3
Möglichkeit zum Einbau einer luftdichten Tür am Unterende der Kellertreppe

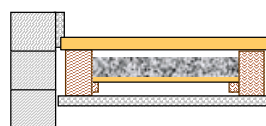
2.1.1.4 Kellerdecken über unbeheizten Kellern

Die Kellerdecken über unbeheizten Kellern sind in Detmold üblicherweise in einer der vier in Abb. 2.1.1.4-1 skizzierten Konstruktionen hergestellt. Holzbalkendecken kommen in Häusern bis Baujahr 1930 häufig, selten noch in Häusern bis 1950 vor. Stahlträger-Decken mit Kappengewölbe und Holzboden oder mit eingelegten Formsteinen wurden zwischen 1870 und 1940, selten noch bis 1960 verbaut. Betondecken kommen seit etwa 1930 und etwa seit 1950 fast nur noch vor.

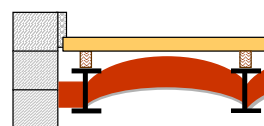
Im gesamten Detmolder Gebäudebestand haben heute etwa 80 % der Gebäude Stahlbetondecken, 13 % Stahlträgerdecken, 4 % Holzbalkendecken und 3 % Porenbetondecken. Davon sind 2/3 ohne jegliche Wärmedämmung, 11 % haben 1-4 cm Wärmedämmung, weitere 11 % 5-8 cm, 9 % haben 9-12 cm, 2 % 11-14 % und unter 1 % über 14 cm Wärmedämmung.



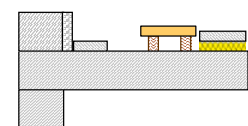
Holzbalkendecke ganz ohne Unterbekleidung oder mit unterseitigem Putzträger und ohne oder mit Wärmedämmung



Holzbalkendecke mit Blindboden und Schlackefüllung und unterseitigem Putzträger



Stahlträger-Kappendecke mit Holzboden unterseitig verputzt und mit leerem oder verfülltem Hohlraum



Betondecke nur mit Estrich oder mit aufliegendem Holzboden oder mit Wärmedämmung und Estrich

Abb. 2.1.1.4-1 Bauformen von Kellerdecken

Je nach ihrer Bauweise haben Kellerdecken unterschiedlich hohe Wärmeleitfähigkeiten, die zu unerwünschten Wärmeabflüssen vom EG in den Keller und zu unangenehm niedrigen Fußbodentemperaturen im EG führen können. Sind Kellerdecken zudem luftundicht, kann im Winter durch thermischen Auftrieb ständig kalte Kellerluft durch Fugen der Decke in das EG strömen und zusätzliche Auskühlungen bewirken. Da die wärmetechnischen Qualitäten und Sanierungspotenziale je nach Deckenkonstruktion unterschiedlich sind, werden sie im Folgenden getrennt behandelt.

2.1.1.4.1 Holzbalken-Kellerdecken

Holzbalken-Kellerdecken haben üblicherweise Balkenhöhen von 12-18 cm, oberseitig Dielenböden und unterseitig eine Putzschicht auf Putzträger aus z.B. Schilfrohrmatte oder Heraklith, die als Luftdichtungsschicht diente, da weder die evtl. Deckenfüllung noch der obere Holzboden luftdicht sind. Die Deckenhohlräume sind teils leer, teils mit Blindböden ausgerüstet, auf denen als schall- und schwingungsdämpfende Masse teils Schlacke, Sand, Lehmwickel oder andere Füllstoffe eingebaut sind, die auch eine gewisse Wärmedämmwirkung haben können. Wegen ihres konstruktionsbedingt ohnehin vorhandenen Hohlraums lassen sich Holzbalkendecken meist gut nachträglich Wärme dämmen und dabei gute bis sehr gute Dämmqualitäten ohne Zusatzaufbauten erreichen. Schon mit voller Verfüllung der üblichen Deckenhohlräume lässt sich hier in der Regel Niedrigenergie-Standard erreichen, mit einer zusätzlichen Aufdoppelung von 12-16 cm auch Passivhaus-Standard.

Sind entweder der Oberbelag oder die untere Bekleidung sanierungsbedürftig und muss insofern die Decke von einer Seite ohnehin geöffnet werden, lässt sich nachträgliche Wärmedämmung in eine Holzbalkendecke mit sehr geringen Kosten in hoher Qualität einbauen. Sind beide Oberflächen intakt und sollen sie daher gar nicht oder nur so wenig wie unbedingt nötig geöffnet werden, kann eine Einblasdämmung vorgenommen werden. Bei sehr hohen Kellern ist auch eine nur unterseitige Dämmung oder bei sehr hohen Erdgeschossen eine nur oberseitige Dämmung möglich, was aber seltner vorkommt. Am häufigsten kommen erhaltungswürdige Oberböden und geringwertige oder ohnehin sanierungsbedürftige Unterbekleidungen vor, sodass die Decken von unten geöffnet und ggf. ausgeräumt werden und danach von unten gedämmt und wieder abgedichtet und bekleidet werden. Müssen bei alten Häusern verfaulte oder wurmgeschädigte Deckenbalken ausgetauscht werden, muss die Decke normalerweise von oben und unten geöffnet werden. In diesem Fall stehen alle Sanierungsmöglichkeiten offen. Folgende Skizze zeigt vier Varianten der nachträglichen Wärmedämmung von Holzbalken-Kellerdecken:

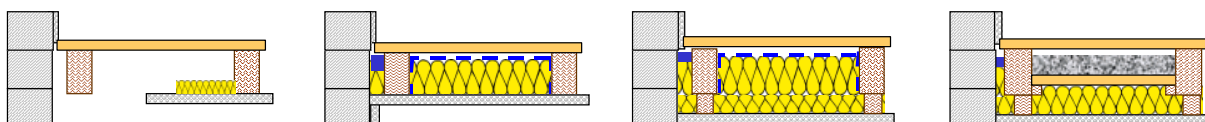


Abb. 2.1.1.4.1.-1 Dämmvarianten von Holzbalken-Kellerdecken. Die skizzierte Anordnung der luftdichten und dampfbremsenden Schichten kann im Einzelfall anders sein müssen.

Folgende Tabelle zeigt die üblichen energetischen Qualitäten von Holzbalken-Kellerdecken ohne Dämmung, mit Schüttung und mit 3 cm, 8 cm, 12 cm und 24 cm Wärmedämmung.

Holzbalken-Kellerdecken	sehr kalt	kalt	kühl	Neubau-Standard	Niedrig-Energie-Standard	Passivhaus-Standard
U-Wert	1,14 W/m ² K	0,78 W/m ² K	0,59 W/m ² K	0,39 W/m ² K	0,30 W/m ² K	0,18 W/m ² K
16 cm Balken mit ...	16 cm Luft	8 cm Schlacke	3 cm 040	8 cm 035	12 cm 035	24 cm 035
Wärmeverlust p.a.	4.784 kWh	3.276 kWh	2.474 kWh	1.617 kWh	1.264 kWh	0.773 kWh
Wärmeverlust in 40 a	191.352 kWh	131.040 kWh	98.952 kWh	64.680 kWh	50.568 kWh	30.912 kWh
Wärmekosten p.a.	335 EUR	229 EUR	173 EUR	113 EUR	88 EUR	54 EUR
Wärmekosten in 40 a	13.395 EUR	9.173 EUR	6.927 EUR	4.528 EUR	3.540 EUR	2.164 EUR

Deckenfläche: 100 m²

Kalkulationsdauer 40 Jahre

Wärmepreis: 7 Eurocent/kWh

Abb. 2.1.1.4.1.-2 Einsparpotenziale an Holzbalken-Kellerdecken

Empfehlenswert ist auf jeden Fall eine volle Verfüllung des verfügbaren Deckenhohlraums, womit in der Regel schon eine Qualität zwischen Neubau- bzw. Niedrigenergie-Niveau erreichbar ist. Sofern genügend Platz vorhanden ist, kann auch durch Auflattung der Balken eine Ausführung in 22 cm Dämmstärke bzw. Passivhaus-Niveau empfohlen werden. Da weder Außenwitterung ansteht, noch besondere mechanische Belastungen auf die Dämmung einwirken, sind fast alle gängigen Dämmstoffe nutzbar. Wegen der bauphysikalischen Anforderungen an die Luftdichtheit und den Feuchteschutz sollte vorher unbedingt ein Fachmann hinzugezogen werden.

Während eine hohe Luftdichtheit immer anzustreben ist, hängen die Anforderungen an den Feuchteschutz im Einzelfall auch von der Kellerfeuchte ab.

Die Kosten für eine nachträgliche Wärmedämmung von Holzbalken-Kellerdecken sind relativ niedrig. Nach der Verfüllung von Luftschichtmauerwerk und der Dämmung oberster Geschossdecken gehört die nachträgliche Dämmung von Kellerdecken zu den rentabelsten Sanierungsmaßnahmen. Ein Teil der Arbeiten kann von handwerklich begabten Laien selbst ausgeführt werden.

Folgende Bilder zeigen einige Beispiele nachträglich von oben oder unten gedämmter Holzbalkendecken aus Detmold.



Abb. 2.1.1.4.1-3
Von unten geöffnete Holzbalken-Kellerdecke, in die von unten Dämmstoff eingebaut werden soll



Abb. 2.1.1.4.1-4
Von oben ganz geöffnete Holzbalken-Kellerdecke mit neuer Dämmfüllung



Abb. 2.1.1.4.1-5
Von oben nur teilweise geöffnete Holzbalken-Kellerdecken, in die Einblasdämmung eingebaut werden soll



Abb. 2.1.1.4.1-6
Von beiden Seiten wg. nötiger Balkensanierung geöffnete Holzbalken-Kellerdecke

2.1.1.4.2 Stahlträger-Kellerdecken

Stahlträger-Kellerdecken mit eingemauerten Gewölben oder eingelegten Formsteinen kommen in Detmold vor allem in Häusern aus Baujahren 1850-1940 und selten noch bis 1960 vor. Am häufigsten sind es gemauerte und unterseitig verputzte Kappendecken mit aufliegenden Lagerhölzern und Dielenböden. In Decken unter Fluren, Bädern und Küchen sind die 6-20 cm hohen Hohlräume über den Gewölben teils verfüllt und mit Estrich und Steinboden belegt. Unter Wohnräumen sind die Hohlräume unter den Holzböden meist leer. Laut Gebäudedatenerhebung kommen beide Bauformen etwa zu gleichen Anteilen vor. Folgende Skizze zeigt die üblichen Konstruktionen.

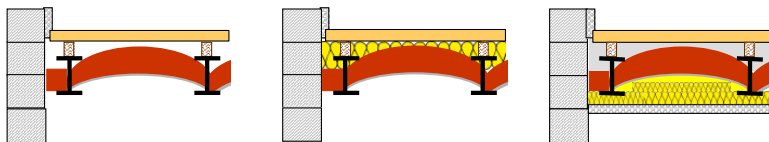


Abb. 2.1.1.4.2-1 Stahlträger-Kappendecken

Der Wärmeverlust durch solche Decken vom beheizten EG in den Keller kann bei Decken mit leeren Hohlräumen durch Einlegen, Einschütten oder Einblasen von Dämmstoff um 60-80 % verringert werden. Die damit erzielbaren Einsparungen sind ähnlich wie in Abb. 2.1.1.4.1-5 gezeigt. Ein Einlegen mattenförmiger Dämmstoffe oder Einschütten von Schüttdämmstoffen ist sinnvoll, wenn der Oberboden ohnehin aufgenommen werden muss, sodass der Deckenhohlraum von oben zugänglich ist. Soll der Oberboden nur möglichst wenig geöffnet werden, kommt ein Einblasen von oben nach Aufnehmen von nur einem oder zwei Dielenbrettern pro Raum in Frage. Soll der Oberboden gar nicht beschädigt werden, kommt nur ein Einblasen von unten nach punktuelltem Durchbohren der Kappen für das Einblaswerkzeug in Frage. Sind solche Decken bereits mit Zement oder anderen wenig wärmedämmenden Stoffen verfüllt, kommt meist nur eine Dämmung von unten in Frage, sofern die Kellerhöhe das erlaubt.

Die folgenden Bilder zeigen solche Ausführungsvarianten.



Abb. 2.1.1.4.2-2
Stahlträger-Kappendecken
oberseitig teilgeöffnet
für Einblasdämmung



Abb. 2.1.1.4.2-3
Stahlträger-Kappendecke
Einblasen von Dämmstoff von unten
durch angebohrte Kappen



Abb. 2.1.1.4.2-4
Stahlträger-Kappendecke mit unterseitig
angeschweißten Haltetaschen für die Traglatten
einer unterseitigen Dämmkonstruktion

Die Dämmung von oben oder durch Einblasdämmung von unten ist bei solchen Decken sehr wirtschaftlich, da die üblichen Hohlräume so hoch sind, dass mit einem Investitionsaufwand von etwa 40 €/m² sehr gute Dämmwerte auf Niedrig-Energie-Niveau, also sehr hohe Einsparungen gegenüber vorher ungedämmten Decken, realisierbar sind.

2.1.1.4.3 Stahlbeton-Kellerdecken

Stahlbeton-Kellerdecken kommen in Detmolder Altbauten seit etwa 1930 vor und sind seit 1949 die meist verbreitete Bauweise von Kellerdecken. Wärmetechnisch ist die Betondecke selbst kaum wirksam, da Beton eine sehr hohe Wärmeleitfähigkeit hat. Die Dämmwirkung solcher Decken hängt daher vor allem von deren Zusatzschichten ab, also von evtl. Luftschichten unter aufliegenden Holzböden oder von Dämmstoffschichten unter dem Estrich oder unterhalb der Decke.

Folgende Skizze zeigt die gängigen Aufbauten von unsanierten und sanierten Beton-Kellerdecken:

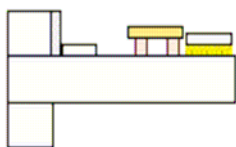


Abb. 2.1.1.4.3-1
Betondecke ungedämmt
oder nur oberseitig gedämmt

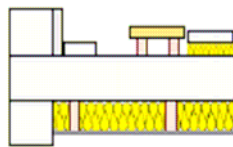


Abb. 2.1.1.4.3-2
Betondecke mit unterer
Zusatzdämmung aus MinW

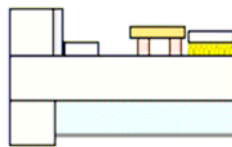


Abb. 2.1.1.4.3-3
Betondecke mit unterer
Zusatzdämmung aus PS

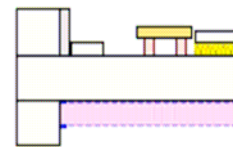


Abb. 2.1.1.4.3-4
Betondecke mit unterer
Zusatzdämmung aus PU

Dämmschichten unter dem Estrich kommen 1930-1950 noch kaum vor, 1950-1965 meist nur in 1-3 cm Stärke, 1965-85 in 2-6 cm Stärke und erst seit etwa 1985 in 5-8 cm Stärke. Bei Niedrigenergiehäusern sind Unterestrichdämmungen seit etwa 1989 um 12 cm stark, bei Passivhäusern sind Beton-Kellerdecken 20-25 cm stark gedämmt.

Tabelle 2.1.1.4.3-5 zeigt die U-Werte, die Höhe der Wärmeabflüsse und die Höhe der Heizkosten über Beton-Kellerdecken mit verschiedenen Dämmstärken.

Beton-Kellerdecken	sehr kalt	kalt	kühl	Neubau-Standard	Niedrig-Energie-Standard	Passivhaus-Standard
U-Wert	4,87 W/m ² K	1,31 W/m ² K	0,79 W/m ² K	0,39 W/m ² K	0,27 W/m ² K	0,15 W/m ² K
Bauart / Dämmung	Nur Beton	+2 cm 040	+4 cm 040	+8 cm 035	+12 cm 035	+22 cm 035
Wärmeverlust p.a.	20.454 kWh	5.489 kWh	3.318 kWh	1.646 kWh	1.138 kWh	0.643 kWh
Wärmeverlust in 40 a	818.160 kWh	219.576 kWh	132.720 kWh	65.856 kWh	45.528 kWh	25.704 kWh
Wärmekosten p.a.	1.432 EUR	384 EUR	232 EUR	115 EUR	80 EUR	45 EUR
Wärmekosten in 40 a	57.271 EUR	15.370 EUR	9.290 EUR	4.610 EUR	3.187 EUR	1.799 EUR

Größe der Decke: 100 m²

Kalkulationsdauer: 40 Jahre

Wärmepreis: 7 Eurocent/kWh

Abb. 2.1.1.4.3-5 Beton-Kellerdecken

Die häufigste genutzte Möglichkeit zur Verringerung der teils sehr hohen Wärmeabflüsse durch solche Decken vom EG in den Keller ist eine nachträgliche unterseitige Dämmung mit Polystyrol-Hartschaumplatten, die wegen ihres geringen Gewichts bei hinreichendem Haftgrund nur geklebt werden müssen. In Häusern mit erhöhten Brand- oder Schallschutzanforderungen kommen teurere Mineralwoll-Dämmplatten oder bekleidete Dämmschichten zum Einsatz. Noch leistungsfähigere aber teurere Dämmstoffe werden üblicherweise nur dann verwandt, wenn die Raumhöhe im Keller so niedrig ist, dass sie in der Abwägung von geringerem Höhenverlust und höherer Dämmwirkung vorteilhaft sind. Empfehlenswert ist, bei nicht oder nur wenig gedämmten Beton-Kellerdecken und bei ausreichender Raumhöhe, eine unterseitige Dämmung von 10-12 cm, womit sich Niedrigenergie-Standard erreichen lässt. Sind die Keller sehr hoch, kann mit 18-24 cm Dämmung auch Passivhaus-Standard an diesem Bauteil nachträglich hergestellt werden.

Die unterseitige Dämmung von Betondecken ist technisch simpel und bauphysikalisch völlig unproblematisch und zeigt gerade bei Häusern ohne oder mit nur 1-3 cm Dämmschicht in der bisherigen Kellerdecke hohe Wirkung. Neben der Energieeinsparung wird besonders die nachher spürbar höhere Fußbodentemperatur im EG von den Hauseigentümern als angenehm empfunden.

Der Effekt unterseitiger Dämmung wird in Häusern mit vielen kleinen Kellerräumen durch die einbindenden Kellerinnen- und Außenwände verringert, die die Dämmschicht unterbrechen und Wärmebrücken bilden. Diese Wärmebrückeneffekte kann man mindern, wenn man an den Mauerkronen der verbindenden Wände auch vertikal etwa 50 cm tief eine wenigstens 4 cm starke Dämmplatte montiert. Die folgenden Fotos zeigen Beispiele solcher Dämmungen.



Abb. 2.1.1.4.3-6 Betondecke über Kriechkeller vor der Dämmung



Abb. 2.1.1.4.3-7 Unterseitige Dämmung einer Beton-Kellerdecke in Leichtbauweise



Abb. 2.1.1.4.3-8 Unterseitige Dämmung einer Beton-Kellerdecke mit PS-Hartschaumplatten



Abb. 2.1.1.4.3-9 Unterseitige Dämmung einer Beton-Kellerdecke mit PU-Hartschaumplatten



Abb. 2.1.1.4.3-10 Flankendämmung an Kellerwänden mit unterseitiger Deckendämmung

Im Detmolder Förderprogramm für nachträgliche Wärmedämmung von Altbauten wurden seit 1993 123 Kellerwanddämmungen mit zusammen 1.182 m² Fläche gefördert. Die derzeitige Mindestanforderung ist dabei 10 cm Dämmstärke in WLG 035; bei dickerer Dämmung bis 14 cm wird eine höhere Förderung gewährt.

2.1.2 Einsparpotenziale durch die Sanierung von Außenwänden

Außenwände gegen Außenluft machen bei Detmolder EFH und MFH bis 30 WE häufig zwischen 30 und 40 % der gesamten Wärme übertragenden Gebäudehüllfläche aus, bei den eher seltenen sehr hohen Gebäuden kann der Anteil höher sein. Viele ältere Gebäude haben ungedämmte oder nur wenig gedämmte Außenwände. Der nachträglichen Wärmedämmung von Außenwänden kommt daher zur Ausschöpfung von Energie- und CO₂-Einsparpotenzialen hohe Bedeutung zu.

Als Außenwand-Bauarten kommen in Detmold vor:

- 44 % einschaliges Mauerwerk ohne (31 %) oder mit (13 %) Außendämmung
- 31 % zweischaliges Mauerwerk mit 2-4 cm Luftspalt ohne (16 %) oder mit (15 %) Kerndämmung
- 10 % Luftschichtmauerwerk mit 7-12 cm Luftspalt und Sichtklinker oder Putzfassade,
 - davon 6 % bereits nachträglich mit Dämmstoff verfüllt und 4 % noch unverfüllt
- 6 % Betonwände (oft nur auf Teilflächen)
- 3 % Holzrahmen-Leichtbauwände (z.B. Fertighäuser)
- 2 % Holz-Fachwerk mit massiver oder Lehmausfachung oder Blockhaus
- sowie bei Großgebäuden und im Gewerbebau auch Stahl- und Betonskelettkonstruktionen

Bei den Mauerwerksbauten kommen als Steinarten seit jeher Bruchstein, seit dem 17. Jh. Vollziegel, seit 1930 Kalksandstein, seit etwa 1950 Loch- und Gitterziegel sowie Leichtbeton und Beton-Hohlblocksteine, seit etwa 1960 Porenbetonsteine sowie Bimssteine und seit etwa 1985 Leichthochlochziegel vor. Separate Dämmschichten aus industriell gefertigten Dämmstoffen kommen in Außenwänden erst vereinzelt ab 1950 vor, regelmäßig erst ab etwa 1965, wobei die bis etwa 1995 eingebauten Dämmungen heute bereits als unbefriedigend angesehen werden können. Tabelle 2.1.2-1 zeigt typische U-Werte von massiven Wandaufbauten mit verschiedenen Steinarten, Wand- und Dämmstoffstärken.

Sehr kalte Wände sind darin rot, kalte Wände dunkelbraun, kühle Wände sandfarben, mäßig gedämmte Wände (Neubauniveau) hellbraun, gut gedämmte Wände (Niedrigenergie-Haus-Niveau) gelb und sehr gut gedämmte Wände (Passivhaus-Niveau) grün dargestellt.

Wand-U-Werte in W/m ² K	λ =	d =	Dämmstärke						
	W/mK	cm	0 cm	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
Bruchstein	2,20	40	2,589	0,551	0,308	0,214	0,164	0,133	0,112
KS mittelschwer	0,56	24	1,580	0,482	0,286	0,203	0,157	0,128	0,109
		30	1,351	0,459	0,277	0,199	0,155	0,127	0,107
		36	1,168	0,435	0,268	0,194	0,152	0,125	0,106
Vollziegel 1900	0,50	24	1,461	0,471	0,281	0,201	0,156	0,128	0,108
		30	1,243	0,446	0,272	0,196	0,153	0,126	0,107
		36	1,082	0,423	0,264	0,192	0,150	0,124	0,105
Gitterziegel / HBL 1950	0,39	24	1,220	0,442	0,271	0,195	0,153	0,125	0,106
		30	1,027	0,414	0,260	0,190	0,149	0,123	0,105
		36	0,957	0,389	0,250	0,184	0,146	0,121	0,103
Naturbims / LHLZ 1970	0,27	24	0,915	0,395	0,252	0,186	0,147	0,121	0,103
		30	0,760	0,363	0,239	0,178	0,142	0,118	0,101
		36	0,643	0,334	0,226	0,171	0,137	0,115	0,099
Porenbeton 1970	0,24	24	0,830	0,378	0,246	0,182	0,144	0,120	0,102
		30	0,688	0,345	0,231	0,174	0,139	0,116	0,100
		36	0,580	0,316	0,218	0,166	0,134	0,113	0,097

Abb. 2.1.2-1 Außenwände. U-Werte

In folgender Tabelle 2.1.2-2 ist am Beispiel einer 100 m² großen Außenwandfläche und bei angenommenen 7 Ct/kWh Wärmekosten berechnet, welche Wärmeverluste und Heizkosten über Außenwände pro Jahr und innerhalb von 40 Jahren entstehen, wenn die Wände in einer dieser sechs thermischen Qualitäten hergestellt sind und normal beheizte Räume gegen Außenluft abgrenzen. Aus den dargestellten Differenzen kann man den energetischen und finanziellen Nutzen zusätzlicher Dämmschichten erkennen.

Außenwände	sehr kalt	kalt	kühl	Neubau-Standard	Niedrig-Energie-Standard	Passivhaus-Standard
U-Wert	1,00 - 2,50	0,50 - 1,00	0,35 - 0,50	0,25 - 0,35	0,15-0,25	< 0,15
Bauart / Dämmung	1,25 W/m ² K	0,75 W/m ² K	0,43 W/m ² K	0,30 W/m ² K	0,20 W/m ² K	0,13 W/m ² K
Wärmeverlust p.a.	10.500 kWh	6.300 kWh	3.570 kWh	2.520 kWh	1.680 kWh	1.050 kWh
Wärmeverlust in 40 a	420.000 kWh	252.000 kWh	142.800 kWh	100.800 kWh	67.200 kWh	42.000 kWh
Wärmekosten p.a.	735 EUR	441 EUR	250 EUR	176 EUR	118 EUR	74 EUR
Wärmekosten in 40 a	29.400 EUR	17.640 EUR	9.996 EUR	7.056 EUR	4.704 EUR	2.940 EUR

Größe der Wand: 100 m² Kalkulationsdauer: 40 Jahre Wärmepreis: 7 Eurocent/kWh

Abb. 2.1.2-2 Außenwände. Wärmeverluste und Heizkosten,

Da die Potenziale zur Energie- und CO₂-Einsparung durch Sanierung von Außenwänden je nach Bauart unterschiedlich sind, werden diese im Folgenden getrennt nach Wandbauarten dargestellt, wobei sich die Darstellung auf die drei häufigsten Bauarten beschränkt.

2.1.2.1 Einschalige massive Außenwände

Die in Detmold mit 44 % häufigste Außenwandbauart sind einschalige massive Außenwände in Wandstärken von üblicherweise zwischen 30 und 36 cm. Schlankere Wände mit nur 24 cm Mauerstärke kommen fast nur in Gebäudeteilen vor, die ursprünglich nicht als beheizter Wohnraum gedacht waren, sondern z.B. als Stallanbau, später aber zu beheiztem Wohnraum umgenutzt wurden¹. Sind solche Außenwände verputzt, was meist der Fall ist, oder mit Verbundklinker ohne Luftspalt hergestellt, kann eine ganz wesentliche Verringerung der Wärmeverluste über sie durch eine Außendämmung erreicht werden. Diese kann als Wärmedämmverbundsystem, als nachträgliche Verklinkerung mit Kerndämmung zwischen Hintermauer und neuem Klinker oder als gedämmte Vorhangfassade ausgeführt werden. Abb. 2.1.2-3 zeigt diese Ausführungsvarianten.

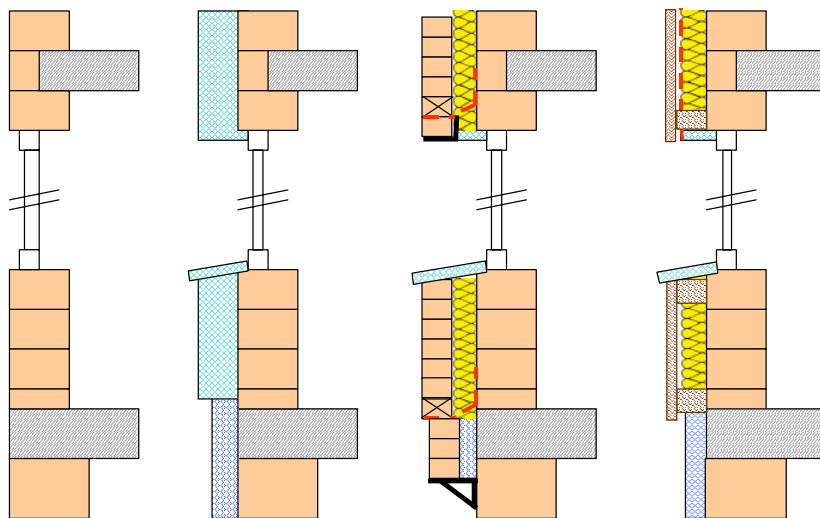


Abb. 2.1.2-3
Einschalige Außenwände.
Varianten der Außendämmung

Bei Außendämmung durch ein Wärmedämmverbundsystem, bestehend aus Dämmstoffplatte und armierter Putzschicht, sind heute bei relativ kalten Außenmauern mit U-Werten über 0,5 W/m²K Dämmstärken von 18-24 cm bei Dämmstoffqualität WLG 035 empfehlenswert. Zugelassene Systeme sind heute bis 34 cm Dämmstärke als WDVS bis 24 cm bei nachträglicher Verklinkerung verfügbar. Bei bereits wärmeren Außenmauern mit U-Werten von 0,35 bis 0,50 W/m²K sind Dämmstärken von 12-16 cm empfehlenswert. Bei relativ dicken Außenwänden aus sehr leichten und warmen Steinen mit U-Werten unter 0,25 W/m²K besteht kein vorrangiger Handlungsbedarf zur Außenwanddämmung.

Im Detmolder Förderprogramm für nachträgliche Wärmedämmung von Altbauten wurden seit 1993 237 Außenwanddämmungen mit zusammen 4.431 m² Fläche gefördert. Die derzeitige Mindestanforderung ist dabei 14 cm Dämmstärke in WLG 035; bei dickerer Dämmung bis 28 cm Stärke wird eine höhere Förderung gewährt.

¹ Viele dieser Umnutzungen waren seit etwa 1960 ohne gleichzeitige Nachrüstung von Wärmedämmung wegen nicht vorhandenem Mindestwärmeschutz nach DIN 4108 unzulässig, was aber wenig beachtet wurde.

Folgende Bilder zeigen Beispiele nachträglicher Wärmedämmungen einschaliger Außenwände:



Abb. 2.1.2-4 Typische Außendämmung eines Hauses mit einschaligem Mauerwerk



Abb. 2.1.2-5 Richtige Verklebung der Dämmplatten mit umlaufendem Wulst wg. Luftkammern



Polystyrol



Mineralwolle



Holzfaser



Kork

Abb. 2.1.2-6 Marktübliche Dämmstoffe für Wärmedämmverbundsysteme

2.1.2.2 Zweischalige massive Außenwände

Die in Detmold zweithäufigste Außenwandbauart sind zweischalige massive Außenwände, bestehend aus tragender Hintermauer und nichttragender Vorsatzschale aus Klinker, Kalksandsteinverblander oder verputztem Vormauerstein. Der Mauerspalt kann nur ein 2-4 cm starker Luftspalt sein oder auch mit Wärmedämmung verfüllt. Die Dicke solcher Kerndämmungen ist bei Häusern zwischen 1960 und 1990 zwischen 4 und 12 cm. Erst seit 1990 sind Mauerabstände bis 15 cm zulässig, seit etwa 2002 gibt es zudem zugelassene Maueranker für bis zu 26 cm Schalenabstand. Vor 1990 musste beim zweischaligen Mauerwerk hinter dem Klinker ein Luftspalt von i.d.R. 3-4 cm freigelassen werden, sodass nur ein Teil der Spaltbreite für Dämmstoff zur Verfügung stand. Seit 1990 ist sog. "Kerndämmung" zulässig, die wegen ihrer wasserabweisenden Eigenschaften keinen Belüftungsspalt vor dem Klinker mehr erfordert, sodass seither zweischaliges Mauerwerk mit deutlich wirkungsvollerer Dämmung als früher herstellbar ist.

Entgegen häufiger Ansicht tragen Klinker oder andere Vormauersteine sowie ein evtl. Luftspalt nur unwesentlich zum Wärmeschutz bei. Während eine Verklinkerung für die optische Qualität und Wartungsarmut einer Fassade teils als Wert angesehen wird, ergibt sich die wärmetechnische Qualität zweischaliger Mauerwerke fast nur aus der Dicke einer evtl. Kerndämmschicht und aus der Steinart und Wandstärke der Hintermauer. Unbefriedigend kalte Wände ohne Dämmschicht nur nachträglich zu verklinkern bringt daher wärmetechnisch fast keinen Nutzen und ist deshalb auch seit längerem schon nicht mehr zulässig, es sei denn, die vorhandene Hintermauer ist bereits sehr gut wärmedämmend gebaut.

Abb. 2.1.2.2-1 auf der nächsten Seite zeigt vier wärmetechnische Sanierungsvarianten für zweischalige Mauerwerke. Links ist ein ungedämmter zweischaliger Wandaufbau skizziert. Als zweite Variante die häufig angefragte aber nicht empfehlenswerte und daher eher selten realisierte Variante einer äußeren Überdämmung eines Klinkers mit einem Wärmedämmverbundsystem.

Diese Lösung führt zu sehr großen Gesamtwandstärken und birgt zudem das Risiko in sich, dass Wärme von innen nach wie vor als warme Luft durch den Spalt zwischen Hintermauer und nunmehr überdämmtem Klinker entweichen kann, sodass die neue Dämmung weit weniger wirkungsvoll ist als erhofft. Am wirkungsvollsten und preiswertesten ist in der Regel die dritte Variante mit Abbruch des Klinkers und ersatzweise Montage eines Wärmedämmverbundsystems direkt auf der Hintermauer. Diese kommt nur dann nicht in Frage, wenn der alte Klinker aus gestalterischen Gründen unbedingt erhalten bleiben soll. Die vierte Variante mit Abbruch des Klinkers, Montage eines weiter außen liegenden neuen Klinkerauflagers, Montage von wirksamer Kerndämmung und neuer Verklinkerung ist dem gegenüber deutlich teurer und führt bei gleicher Dämmwirkung stets zu 12-14 cm dickeren Wandaufbauten. Die letzte Variante mit Abbruch des Klinkers und stattdessen Montage einer neuen hinterlüfteten Leichtfassade kommt aus gestalterischen Gründen eher in den südlich gelegenen Bundesländern vor, ist aber grundsätzlich eine leistungsfähige und wegen der Hinterlüftung der Vorhangfassade feuchtesichere Bauweise. Kommt eine Außendämmung gar nicht in Frage, sind auch Innendämmungen möglich; hierzu siehe weiter unten.

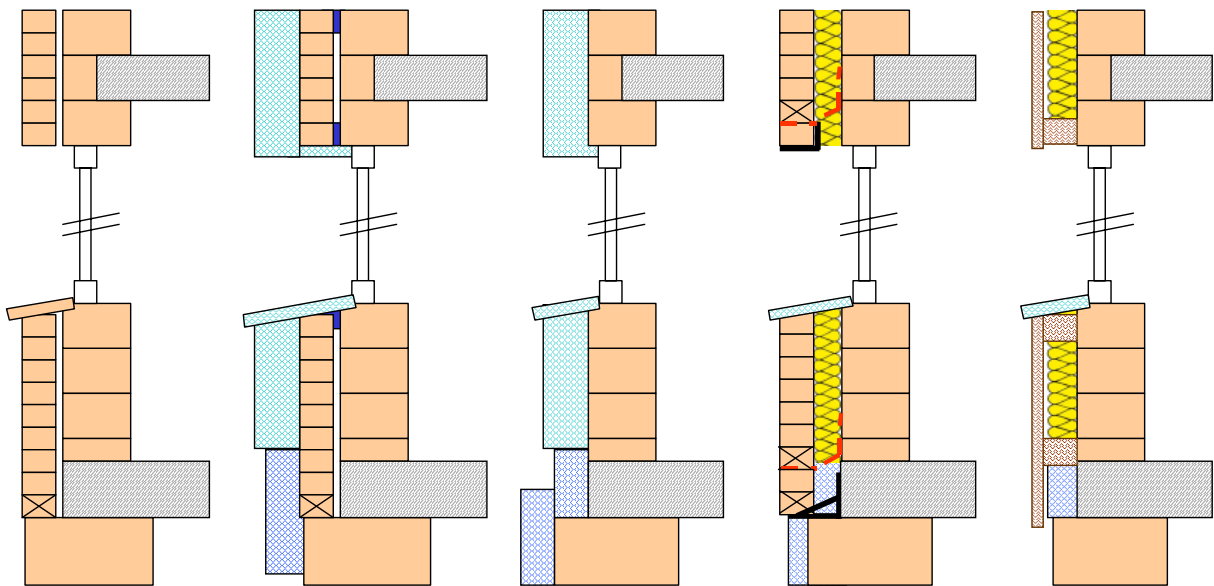


Abb. 2.1.2.2-1 Zweischalige Außenwände. Varianten der Außendämmung

Die Potenziale zur Energie- und CO₂-Einsparung bei zweischaligen Außenwänden sind ähnlich groß wie bei einschaligen massiven Außenwänden (vgl. Abb. 2.1.2-2), mit dem Unterschied, dass der U-Wert im Ausgangszustand wegen des Windschutzes durch die Verklinkerung geringfügig niedriger ist.

Folgende Bilder zeigen Beispiele der energetischen Sanierung von zweischaligen Außenwänden.



Abb. 2.1.2.2-2
Abbruch des Klinkers zwecks
Dämmung mit WDVS direkt auf
Hintermauer. Wandstärke 39 cm



Abb. 2.1.2.2-3
Kerndämmung und Klinker
vor ehemaliger Putzfassade
Wandstärke dann 56 cm



Abb. 2.1.2.2-4
Zweilagige Kerndämmung und neue Verklinkerung
über den alten Klinker hinweg.
Wandstärke nachher 64 cm (24+3+11,5+14+11,5)

2.1.2.3 Lippisches Luftschichtmauerwerk

Die in Detmold mit etwa 10 % Anteil dritthäufigste Außenwandbauart ist das sog. "Luftschichtmauerwerk", bestehend aus einer inneren nur 12 cm starken tragenden Mauerschale, einem 7-12 cm breiten Luftspalt und einer ebenfalls 12 cm starken Vormauer, die häufig verputzt, seltener als Sichtklinker ausgeführt ist. Diese Wandbauart war wegen des geringen Steinbedarfs bei zugleich hohem Schlagregenschutz zwischen 1920 und 1960 bei EFH und auch teilweise bei MFH verbreitet. Sie bietet allerdings nur sehr geringen Wärmeschutz. Der U-Wert dieser Wände liegt um $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ im "roten Bereich" nach 2.1.2-1. In Häusern dieser Bauart kommt es nach Abschaffung der früheren Ofenheizung und besonders nach Einbau neuer dichter Fenster wegen des stark verringerten Außenluftwechsels häufig zu Feuchteschäden und Schimmel an den Innenoberflächen der Wände, insbes. an Außenkanten, Decken- und Fensteranschlüssen.

Bei dieser Mauerbauart besteht allerdings auch eine sehr kostengünstige Möglichkeit zur Verbesserung des Wärmeschutzes, indem der vorhandene Mauerspalt nachträglich mit Dämmstoff verfüllt wird und nachdem vorher evtl. Fugen an den Fensterrändern, Rollladenkästen oder Deckenanschlüssen abgedichtet wurden. Damit lässt sich je nach Spaltbreite der Wärmeverlust über die Außenwände aus Luftschichtmauerwerken sehr kostengünstig um 50-65 % verringern. Will man den U-Wert einer solchen Wand nicht nur halbieren, sondern auf Neubau-, Niedrigenergie- oder Passivhausniveau verbessern, kann man zusätzlich eine Außendämmung z.B. als Wärmedämmverbundsystem aufbringen. Folgende Skizzen zeigen die üblichen Ausführungsvarianten

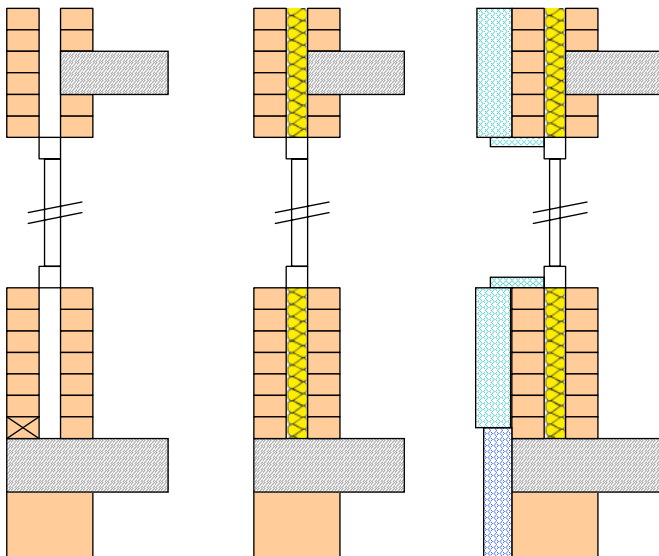


Abb. 2.1.2.3-1 Zweischalige Außenwände
Varianten der Außendämmung



Abb. 2.1.2.3-2 Einblasdämmstoffe

Einblasdämmstoffe für dieses Luftschichtmauerwerk sind seit etwa 1950 verfügbar. Neben dem früher fast ausschließlich dafür genutzten Blähton aus Vulkangestein ("Perlite") gibt es inzwischen noch weitere geeignete und zugelassene Dämmstoffe mit teils besserer Dämmwirkung und leichter Verarbeitbarkeit. Wegen der besseren Dämmwirkung und besseren Fließfähigkeit beim Einblasen verdrängen derzeit das fast pulverförmige SLS und etwa 3 mm große Polystyrol-Kügelchen ("RigiBead") das früher dominante Perlite. Steinwolle wird vor allem eingesetzt, wenn Setzungssicherheit, Brand- oder Schallschutz Vorrang haben.

In folgender Tabelle 2.1.2.3-3 ist am Beispiel einer 100 m² großen Außenwandfläche und bei angenommenen 7 Ct/kWh Wärmekosten berechnet, welche Wärmeverluste und Heizkosten über Außenwände pro Jahr und innerhalb von 40 Jahren entstehen, wenn die Wände in einer dieser sechs thermischen Qualitäten hergestellt bzw. saniert sind und normal beheizte Räume gegen Außenluft abgrenzen. Aus den dargestellten Differenzen kann man den energetischen und finanziellen Nutzen zusätzlicher Dämmschichten erkennen.

Luftschicht-Mauerwerk	sehr kalt	kühl	kühl	Neubau-Standard	Niedrig-Energie-Standard	Passivhaus-Standard
Sanierungsvariante	leer	8 cm KD 035	10 cm KD 035	KD + 4 cm WDVS	KD + 8 cm WDVS	KD + 18 cm WDVS
U-Werte von-bis	1,7-2,1	0,55-0,65	0,45-0,55	0,25-0,35	0,18-0,24	< 0,15
Rechenwert	1,90 W/m ² K	0,60 W/m ² K	0,50 W/m ² K	0,30 W/m ² K	0,20 W/m ² K	0,13 W/m ² K
Wärmeverlust p.a.	15.960 kWh	5.040 kWh	4.200 kWh	2.520 kWh	1.680 kWh	1.092 kWh
Wärmeverlust in 40 a	638.400 kWh	201.600 kWh	168.000 kWh	100.800 kWh	67.200 kWh	43.680 kWh
Wärmekosten p.a.	1117 EUR	353 EUR	294 EUR	176 EUR	118 EUR	76 EUR
Wärmekosten in 40 a	44.688 EUR	14.112 EUR	11.760 EUR	7.056 EUR	4.704 EUR	3.058 EUR

Größe der Wand: 100 m²

Kalkulationsdauer: 40 Jahre

Wärmepreis: 7 Eurocent/kWh

Abb. 2.1.2.3-3 Luftschichtmauerwerk - Wärmeverluste² und Heizkosten

Die Potenziale zur Energie- und CO₂-Einsparung sind bei Luftschichtmauerwerk wegen des schlechten Ausgangswertes und der relativ preiswerten Verbesserungsmöglichkeiten groß und attraktiv. Der Markt der Anbieterfirmen hat sich daher in den letzten Jahren gut entwickelt, allein in Detmold sind vier Spezialbetrieben tätig. Um diesen Markt anzuschieben, wurden im Rahmen des Detmolder Förderprogramms für nachträgliche Wärmedämmung bestehender Gebäude seit 1993 95 Objekte mit zusammen etwa 12.000 m² Wandfläche gefördert. Während die Förderung zwischen 2003 und 2006 für die reine Verfüllung gewährt wurde, wird sie seit 2007 nicht mehr gewährt, da diese Maßnahme inzwischen auch ohne Förderung hinreichend rentabel geworden ist. Die Förderung beschränkt sich jetzt auf die nächst höherer Qualitätsstufe, der Kombination von wenigstens 6 cm Kerndämmung und zusätzlich wenigstens 10 cm Außendämmung, womit in der Regel Niedrigenergie-Standard bei diesem Bauteil erreicht wird. Davon wurden bisher 439 m² gefördert. Die seit 2007 erfolgten Kerndämmungen ohne zusätzliche Außendämmung sind in der Förderstatistik nicht mehr erfasst.

Folgende Bilder zeigen Ausführungsdetails solcher Sanierungen aus Detmold:



Abb. 2.1.2.3-4 Luftschichtmauerwerk
Einblick in den 8 cm breiten Luftspalt



Abb. 2.1.2.3-5 Fensteranschnitt
noch ohne Randabdichtung



Abb. 2.1.2.3-6 Luftschichtmauerwerk
Einblasen des Dämmstoffs

² In den Varianten "kühl" nur mit Kerndämmung ist im U-Wert ein Zuschlag von ca. 0,15 W/m²K für die verbliebenen Wärmebrücken rund um Fenster und Türen einbezogen.

2.1.3 Einsparpotenziale durch die Sanierung von Fenstern und Außentüren

Fenster und Außentüren machen bei Detmolder EFH und MFH zwischen 5 und 14 % der gesamten Wärme übertragenden Gebäudehüllfläche aus, bei mehrgeschossigen Häusern und mehrgeschossigen Reihenhäusern kann der Anteil höher sein. Zwischen alten und neuen Fenstern gibt es dabei so große energetische Qualitätsunterschiede, dass in der Glas- oder Fenstererneuerung ein ganz erhebliches Energie- und CO₂-Einsparpotenzial liegt.

Die wärmetechnischen Eigenschaften von Fenstern und Türen ergeben sich aus dem Zusammenwirken der Eigenschaften der Verglasung (U_g-Wert und g-Wert), des Rahmens (U_f-Wert) und der beiden Wärmebrücken am Glasrand und am Wandanschluss (Psi-Werte). Daneben wirkt sich auch die Luftdichtheit der Fugen zwischen Flügel und Rahmen und zwischen Rahmen und Bauwerk auf den Gesamt-Wärmeverlust von Fenstern und auf die Luftfeuchterisiken im Raum aus.

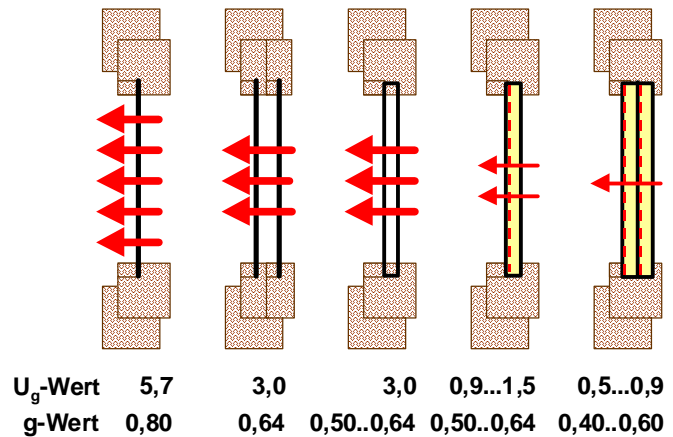


Abb. 2.1.3-1 Glasqualitäten

Die in Detmolder Gebäuden vorkommenden Verglasungstypen zeigt Abb. 2.1.3-1. Erkennbar ist daraus, dass insbesondere durch Einfachverglasung mit U_g-Werten über 5 W/m²K, aber durchaus auch noch durch Verbund- und 2-Scheiben-Isolierverglasung aus 1965-90 mit U_g-Werten um 3 W/m²K deutlich höhere Wärmeverluste entstehen. Heute übliches 2- oder 3-Scheiben-Wärmeschutzglas mit Infrarot reflektierender Beschichtung hat demgegenüber nur noch U_g-Werte von 1,4 bis 1,1 bzw. von 0,8 bis 0,5 W/m²K, also nur noch 1/3 bis 1/10 der Wärmeverluste wie alte Gläser. Die mit Mehrfachglas und beschichtetem Glas ebenfalls verbundene leichte Verringerung der winterlichen solaren Wärmegewinne (g-Werte) machen dagegen nur Ertragsminderungen von 5 % bis max. 25 % aus, was im Gesamteffekt deutlich geringer zu bewerten ist.

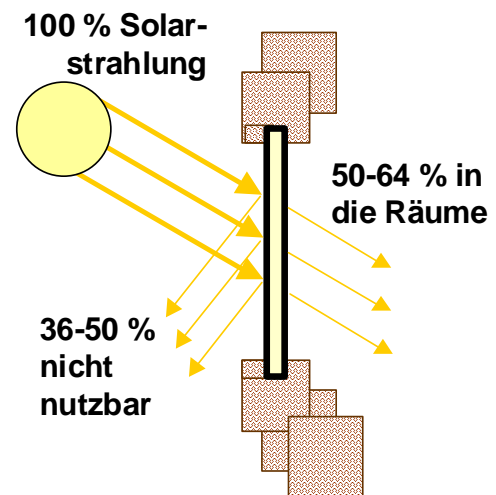
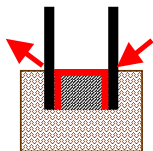


Abb. 2.1.3-2 g-Wert von Verglasungen



Erheblicher ist dagegen der Einfluss des Randverbundes zwischen den 2-fach oder 3-fach-Scheiben. Dieser war früher fast nur aus stark wärmeleitendem Aluminium gefertigt und bildete eine starke Wärmebrücke am Glasrand. Heute werden Randverbünde aus Aluminium zwar immer noch angeboten, zunehmend aber von wesentlich weniger wärmeleitenden Randverbänden aus Edelstahl oder Kunststoff ersetzt. Bei neuen Gläsern oder Fenstern sollten heute keinesfalls mehr Aluminium-Randverbände eingebaut sein.

Bei den Fensterrahmen gibt es im Gebäudebestand auch eine große Bandbreite energetischer Qualitäten. Vor 1940 gab es faktisch nur etwa 35 mm starke Holzrahmen für das damals ausschließlich verfügbare Einfachglas, die teils zu Verbundfestern, teils zu Kastenfenstern aufgedoppelt wurden. Ihr U_F-Wert liegt um 2,5 W/m²K. Mit Aufkommen der 2fach-Isolierglasscheiben ("Thermopane") Ende der 1960er Jahre waren wegen des doppelten Glasgewichts stabilere Rahmen nötig und kamen 45, 50 und 55 mm starke Holzrahmen auf, deren U_F-Werte zwischen 2,1 und 1,8 W/m²K betragen. Heute sind bei normalen Holzfenstern 65 mm Profile üblich mit U_F-Werten um 1,6 W/m²K. Mit dem Aufkommen der Passivhäuser seit 1992 wurden auch unterschiedliche wärmegeämmte Holzprofile entwickelt, deren U_F-Werte unter 0,8 W/m²K liegen und die heute Stand der Technik sind.

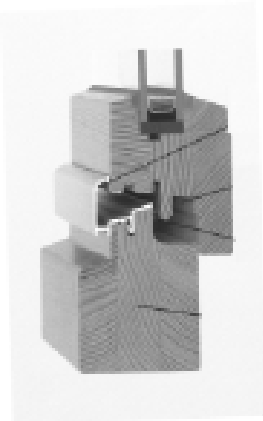
Bei den Mitte der 1960er Jahre aufgekommenen Kunststoffrahmen gab es seither eine Entwicklung von anfänglichen 2-3-Kammer-Profilen mit U_F -Werten um $2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ über 4-Kammer-Profile (ab etwa 1975) bis zu heute üblichen 5-Kammer-Profilen mit U_F -Werten zwischen $1,3$ und $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Daneben gibt es von einzelnen Herstellern auch 6-, 7- und 8-Kammer-Profile, deren U_F -Werte zwischen $1,3$ und $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ betragen. Für den Passivhausmarkt gibt es inzwischen wenigstens 10 Kunststoffprofile, deren Hohlkammern mit Dämmstoff ausgeschäumt sind. Sie erreichen U_F -Werten um $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ und sind heute Stand der Technik bei Kunststofffenstern.

Aluminiumrahmen waren vor 1970 meist nicht thermisch getrennt und hatten extrem hohe Wärmeverluste. Thermisch getrennte Rahmenprofile mit zunächst nur 5-8 mm Kunststoff-Steg zwischen innerem und äußerem Aluminiumprofil, später 15-25 mm, gibt es seit 1980 bzw. etwa 1990. Diese mechanisch sehr robusten und pflegeleichten Rahmen waren in allen Altersstufen meist aber auch die kältesten und sind auch heute aus energetischer Sicht eher nicht zu empfehlen. Passivhaustaugliche Aluminiumrahmen werden bisher erst sehr wenige angeboten.

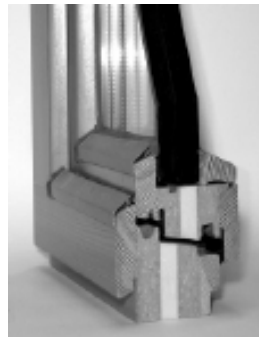
Ausweislich der Gebäudeerhebung kommen In Detmold folgende Glas- und Rahmenqualitäten als überwiegend vorhandene Bauarten vor.

35 mm Holzrahmen	1 %	Einfachglas	2 %
2*35 mm Holz-Verbundrahmen	3 %	2*1fach Glas	3 %
55 mm Holzrahmen (vor 1995)	26 %	2-fach-Isolierglas (1970-90)	56 %
65 mm Holzrahmen (ab 1995)	16 %	3-fach-Isolierglas (1970-90)	3 %
120 mm Holz-Iso-Rahmen	0,6 %	2-fach-Wärmeschutzglas (1990-..)	35 %
2-3-Kammer-PVC-Rahmen (1965-80)	17 %	3-fach-Wärmeschutzglas (1990-...)	2 %
4-Kammer-PVC-Rahmen (1975-95)	15 %		
5-Kammer-PVC-Rahmen (1995-...)	9 %		
6-8-Kammer-PVC-Rahmen (2000-...)	9 %		
PVC-Iso-Rahmen (1995-...)	0,6 %		

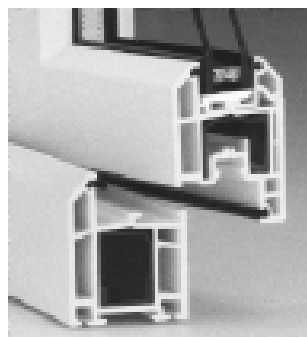
Die folgenden Bilder zeigen beispielhaft Rahmenprofile.



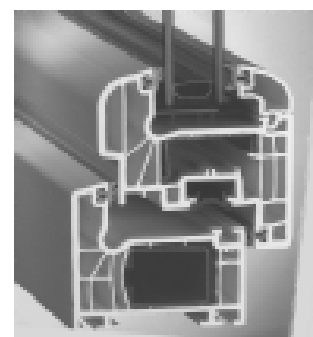
Einfacher Holzrahmen
 U_F -Wert um 1,6



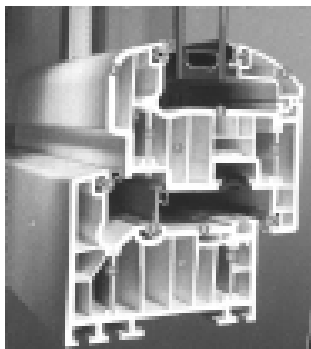
Wärmegeprägter Holzrahmen
 U_F -Wert um $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$



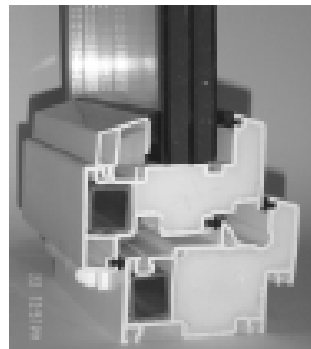
3-Kammer-PVC-Profil
 U_F -Wert um $2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$



5-Kammer-PVC-Profil
 U_F -Wert um $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$



8-Kammer-PVC-Profil
 U_F -Wert um $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$



Wärmegeprägter PVC-Rahmen
 U_F -Wert um $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$



Typische alte Aluminiumtür aus nicht getrenntem Profil
 U_D -Wert um $6 \text{ W/m}^2\text{K}$



Gut thermisch getrennter Aluminiumrahmen
 U_F -Wert um $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Abb. 2-1.3-3 Fenster und Türprofile

Die folgende Tabelle zeigt die im Gebäudebestand üblichen Kombinationen von Rahmen und Verglasungen mit den aus jeweiliger Glasqualität, Rahmenqualität und Randverbund resultierenden Gesamt-U-Werten der Fenster (= U_W -Wert) ohne Berücksichtigung der vom Gebäude abhängigen Einbauwärmebrücke.

U_W -Werte von Fenstern		Glasqualität (U_G -Werte)										
		1-fach-Glas	2-fach-Isoglas 1970-90		2-fach-WS-Glas 1990-..		2-fach-WS-Glas 2000-..		3-fach-WS-Glas 1995-...			
		5,2	3,2	2,8	1,5	1,3	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5
Rahmenqualität (U_F -Werte)	4,0	5,2	4,0 (alu)	3,7 (alu)	2,9 (alu)	2,7 (alu)	2,6 (alu) 2,3 (ss)	2,4 (alu) 2,2 (ss)	2,3 (alu) 2,0 (ss)	2,2 (alu) 2,0 (ss)	2,2 (alu) 1,9 (ss)	2,1 (alu) 1,8 (ss)
	3,5	5,1	3,8 (alu)	3,5 (alu)	2,7 (alu)	2,6 (alu)	2,4 (alu) 2,2 (ss)	2,3 (alu) 2,1 (ss)	2,2 (alu) 1,9 (ss)	2,1 (alu) 1,8 (ss)	2,0 (alu) 1,8 (ss)	1,9 (alu) 1,7 (ss)
	3,0	5,0	3,6 (alu)	3,4 (alu)	2,5 (alu)	2,4 (alu)	2,3 (alu) 2,0 (ss)	2,1 (alu) 1,9 (ss)	2,0 (alu) 1,7 (ss)	1,9 (alu) 1,7 (ss)	1,9 (alu) 1,6 (ss)	1,8 (alu) 1,5 (ss)
	2,5	4,9	3,5 (alu)	3,2 (alu)	2,3 (alu)	2,2 (alu)	2,1 (alu) 1,9 (ss)	2,0 (alu) 1,8 (ss)	1,9 (alu) 1,6 (ss)	1,8 (alu) 1,6 (ss)	1,8 (alu) 1,5 (ss)	1,7 (alu) 1,4 (ss)
	2,0	4,8	3,3 (alu)	3,0 (alu)	2,2 (alu)	2,0 (alu)	2,0 (alu) 1,8 (ss)	1,8 (alu) 1,6 (ss)	1,7 (alu) 1,5 (ss)	1,7 (alu) 1,4 (ss)	1,6 (alu) 1,3 (ss)	1,5 (alu) 1,3 (ss)
	1,8	4,7	3,2 (alu)	3,0 (alu)	2,1 (alu)	2,0 (alu)	1,9 (alu) 1,7 (ss)	1,8 (alu) 1,6 (ss)	1,7 (alu) 1,4 (ss)	1,6 (alu) 1,3 (ss)	1,5 (alu) 1,3 (ss)	1,5 (alu) 1,2 (ss)
	1,6	4,6	3,2 (alu)	2,9 (alu)	2,0 (alu)	1,9 (alu)	1,8 (alu) 1,6 (ss)	1,7 (alu) 1,5 (ss)	1,6 (alu) 1,3 (ss)	1,5 (alu) 1,3 (ss)	1,5 (alu) 1,2 (ss)	1,4 (alu) 1,1 (ss)
	1,4	4,5	3,1 (alu)	2,8 (alu)	2,0 (alu)	1,8 (alu)	1,8 (alu) 1,5 (ss)	1,6 (alu) 1,4 (ss)	1,5 (alu) 1,3 (ss)	1,5 (alu) 1,2 (ss)	1,4 (alu) 1,1 (ss)	1,3 (alu) 1,1 (ss)
	1,2	---	2,9 (alu)	2,7 (alu)	1,9 (alu)	1,8 (alu)	1,7 (alu) 1,5 (ss)	1,6 (alu) 1,3 (ss)	1,5 (alu) 1,2 (ss)	1,4 (alu) 1,1 (ss)	1,3 (alu) 1,1 (ss)	1,3 (alu) 1,0 (ss)
	1,0	---	2,9 (alu)	2,4 (alu)	1,8 (alu)	1,7 (alu)	1,6 (alu) 1,4 (ss)	1,5 (alu) 1,3 (ss)	1,4 (alu) 1,1 (ss)	1,3 (alu) 1,1 (ss)	1,3 (alu) 1,0 (ss)	1,2 (alu) 0,9 (ss)
	0,8	---	---	---	---	---	1,5 (alu) 1,3 (ss)	1,4 (alu) 1,2 (ss)	1,3 (alu) 1,0 (ss)	1,2 (alu) 1,0 (ss)	1,2 (alu) 0,9 (ss)	1,1 (alu) 0,9 (ss)
	0,6	---	---	---	---	---	1,4 (alu) 1,2 (ss)	1,3 (alu) 1,1 (ss)	1,2 (alu) 1,0 (ss)	1,1 (alu) 0,9 (ss)	1,1 (alu) 0,8 (ss)	1,0 (alu) 0,8 (ss)

(alu) / (es) = Aluminium- oder Edelstahl-Abstandshalter zwischen den Glasscheiben

© NEI 2008

Abb. 2.1.3-4 U-Werte von Gläsern, Rahmen und Fenstern

Bedenkt man, dass die durch Sanierung von Kellerbauteilen, Wänden oder Dächern erzielbaren U-Wert-Differenzen meist nur Stellen hinter dem Komma ausmachen, ist aus obiger Tabelle erkennbar, dass in der Erneuerung alter Fenster oder Verglasungen mit U-Wert-Differenzen von 1,6 - 4,2 W/m^2K ein nicht unerhebliches Energie- und CO_2 -Einsparpotenzial steckt.

In folgender Tabelle 2.1.3-5 ist am Beispiel von 25 m^2 Fensterfläche und bei angenommenen 7 Ct/kWh Wärmekosten berechnet, welche Wärmeverluste und Heizkosten über die Fenster pro Jahr und innerhalb von 40 Jahren entstehen, wenn die Fenster in einer der fünf dargestellten thermischen Qualitäten hergestellt sind. Aus den dargestellten Differenzen kann man den energetischen und finanziellen Nutzen der Glas- bzw. Fenstererneuerung erkennen.

Fenster	sehr kalt		kühl		Neubau-Standard	Niedrig-Energie-Standard		Passivhaus-Standard
U-Werte	5,00	4,00	3,00	2,50	1,80	1,40	1,00	0,80
Wärmeverlust p.a.	8.400 kWh	6.720 kWh	5.040 kWh	4.200 kWh	3.024 kWh	2.352 kWh	1.680 kWh	1.344 kWh
Wärmeverlust in 40 a	336.000 kWh	268.800 kWh	201.600 kWh	168.000 kWh	120.960 kWh	94.080 kWh	67.200 kWh	53.760 kWh
Wärmekosten p.a.	588 EUR	470 EUR	353 EUR	294 EUR	212 EUR	165 EUR	118 EUR	94 EUR
Wärmekosten in 40 a	23.520 EUR	18.816 EUR	14.112 EUR	11.760 EUR	8.467 EUR	6.586 EUR	4.704 EUR	3.763 EUR

Fensterfläche: 25 m^2 Kalkulationsdauer: 40 Jahre Wärmepreis: 7 Eurocent/kWh

Abb. 2.1.3-5 Fenster - Wärmeverluste und Heizkosten

Die Erneuerung von Fenstern oder der Austausch von alter Verglasung gegen neue wesentlich weniger Wärme leitende Verglasung wird im Rahmen des Detmolder Förderprogramms für nachträgliche Wärmedämmung von Altbauten seit 1993 gefördert. Bisher wurden 188 Sanierungsmaßnahmen mit zusammen 4.535 m^2 Fensterfläche, darunter 630 m^2 mit Dreifachglas gefördert.

Bis 2006 war für die Förderung der Einbau von sehr wenig Wärme leitendem 2-Scheiben-Wärmeschutzglas mit Ug-Wert von max. 1,1 W/m²K Voraussetzung, seit 2007 ist 3-Scheiben-Wärmeschutzglas mit Ug-Wert von max. 0,85 W/m²K Fördervoraussetzung. Um die stärkere Verbreitung wärmegeämmter Fensterrahmen anzuregen, wird deren Einbau seit 2007 separat gefördert. Empfehlenswert ist heute grundsätzlich der kurzfristige Ersatz von noch einfach verglasten Fenstern in allen normal beheizten Räumen durch neue Fenster mit Dreifachverglasung. Dies gilt auch für solche Räume, die oft als "unbeheizt" angesehen werden, obwohl sie innerhalb der thermischen Hülle liegen, z. B. für Treppenhausfenster bei innen liegenden Treppenhäusern. Die Kühle dieser Räume kommt nämlich nicht vor allem daher, dass man sie nicht heizt. Vielmehr strömt in solche Räume, z.B. durch Innenwände, oft relativ viel Wärme, die dort aber nicht zu nennenswerter Erwärmung führt, weil sie durch große, kalte Fensterflächen gleich wieder nach außen abfließt. So manches "unbeheizte" Treppenhaus war nach einer Fenstersanierung im Treppenhaus plötzlich abrupt "warm", obwohl es weiterhin keinen eigenen Heizkörper besaß. Dies trifft z.B. auch für Flure in Schulen und Verwaltungsgebäuden zu, wenn diese große Fensterflächen und alte Fenster haben.

Bei älteren Holz- oder Kunststofffenstern mit Isolierverglasung von vor 1990 ist zu prüfen, ob die Rahmen noch wenigstens etwa 20 Jahre Nutzungsdauer haben. Wenn ja, kann bei Kunststofffenstern auch nur der preiswertere Austausch der alten Isolier- durch gleich dicke neue Wärmeschutzverglasung empfohlen werden; bei gut erhaltenen Holzfenstern sollte geprüft werden, ob auch Dreifachverglasung einsetzbar ist, indem man die Glashalteleisten ändert. Haben die vorhandenen Rahmen keine so hohe zu erwartende Restnutzungsdauer mehr, sollte kein reiner Glasaustausch erfolgen, sondern auch eine komplette Erneuerung der Fenster durch solche mit möglichst warmen Rahmen und Dreifachverglasung.

2.1.4 Einsparpotenziale durch die Sanierung von Dachbauteilen

Dachbauteile machen bei Detmolder EFH und MFH zwischen 30 und 40 % der gesamten Wärme übertragenden Gebäudehüllfläche aus, bei mehrgeschossigen Häusern kann der Anteil auch nur 10 % betragen. Je nach Gebäudeform und Dachausbau spielen dabei Schrägdächer über beheizten Räumen, Kehlbalkendecken unter unbeheizten Dachböden, Flachdächer, sowie als kleinere Teilflächen Gaubenwände und Gaubendächer als unterschiedliche Bauteile eine Rolle. Nebenstehende Skizze zeigt die häufigsten Dachformen mit eingezeichnetem Verlauf der jeweils Wärme übertragenden Teilflächen.

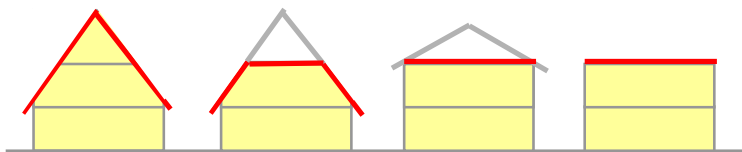


Abb. 2.1.4-1 Wärme übertragende Dachbauteile

Ausweislich der Gebäudeerhebung haben etwa 19 % der Detmolder Häuser bis zum First ausgebaute Schrägdächer, 57 % nur teilweise ausgebaute Schrägdächer, also Kombinationen aus Schrägdächern und Kehlbalkendecken als Wärme übertragende Hüllfläche, 18 % nur Kehlbalkendecken über Vollgeschossen und 6 % Flachdächer (Zahlen bisher ohne Gewerbebauten).

Sehr viele Dächer älterer Häuser in Detmold sind gar nicht oder nur sehr wenig wärmegeklämt. Ausweislich der Gebäudeerhebung kommen folgende Häufigkeiten bei den Dämmstärken vor:

Dämm-Stärke	Schrägdächer	Kehlbalkendecken	Flachdächer
0 cm	26 %	30 %	56 %
1-4 cm	4 %	7 %	1 %
5-8 cm	9 %	9 %	6 %
9-12 cm	23 %	26 %	6 %
13-16 cm	17 %	12 %	12 %
17-20 cm	13 %	12 %	9 %
21-24 cm	2 %	2 %	3 %
25-28 cm	2 %	1 %	3 %
≥ 29 cm	2 %	1 %	6 %

Daneben gibt es eine größere Anzahl von Dächern, in denen zwar Dämmung eingebaut wurde, die aber nicht mehr funktioniert, weil sie durchnässt, von Mardern zerwühlt, zusammengefallen oder mangels stabiler Unterfangung so abgelöst ist, dass sie luftumströmt ist.

Folgende drei Bilder zeigen Häuser, bei denen die fehlenden oder inzwischen nicht mehr funktionierenden Dachdämmungen anhand der unregelmäßig abgetauten Schneeflächen erkennbar sind. Geht man in Detmold nach leichtem Schneefall von nur 1-2 cm Höhe am frühen Morgen vor Beginn der Sonnenabtauung durch die Straßen, kann man an vielen tausend Dächern solche unregelmäßigen Abtauungen erkennen. Stellt man sich dabei vor, wie lange man mit einem 1000-Watt-Föhn bräuchte, um jeden Tag diese Schneemengen abzutauen, wird der enorme Wärmeverlust schlecht gedämmter Dächer vorstellbar, zumal diese Wärmeverluste nicht nur bei Schnee, sondern ständig auftreten.



Großflächig fehlende Dämmung bei einer Haushälfte



Ungedämmte Abseiten



Nicht mehr wirkende Alt-Dämmung evtl. wg. Durchfeuchtung

Abb. 2.1.4.-2 Unregelmäßige Schneeeabtauungen können Mängel der Dachdämmung offenbaren

Die Potenziale zur Reduzierung der Wärmeverluste und CO₂-Emissionen über Dachbauteile sind technisch sehr vielfältig. Sie gliedern sich nach den verschiedenen Dachbauteilen und deren Grundkonstruktionen, also nach Schrägdach, Kehlbalkendecke oder Flachdach, jeweils in Massiv- oder Holzbauweise, sowie in Warm- oder Kaldachkonstruktionen. Unterschiedliche Einsparpotenziale bestehen auch, wenn ein Dach im Rahmen einer Sanierung entweder nur von außen oder nur von innen oder von beiden Seiten geöffnet werden soll. Neben dem Wärmeschutz spielen stets auch die Anforderungen der Luftdichtheit und des Feuchteschutzes eine Rolle, die von den vorhandenen und nicht zu erneuernden alten Bauteilschichten abhängig sind. Soll ein Schrägdach z.B. neu eingedeckt werden, also von außen geöffnet werden, sind ganz andere Varianten möglich und Details erforderlich, je nachdem, ob die Innenbekleidung eine verputzte, luftdichte, aber nur wenig dampfbremsende Heraklithplatte aus den 1960er Jahren ist oder eine luftundichte Holzvertäfelung mit dahinter schon von Anfang an falsch eingebauter aluminiumkaschierter Glaswolle aus den 1970er Jahren.

2.1.4.1 Schrägdächer über beheizten Räumen

Nahezu alle Schrägdächer Detmolder Häuser sind Holzkonstruktionen. Sie unterscheiden sich

- in der Innenbekleidung mit den Funktionsschichten der dekorativen Oberfläche, der Luftdichtung und der Dampfbremse,
- in den Füllungen mit evtl. Dämm-, Schall- und Brandschutzschichten,
- in der Außenbekleidung mit den Funktionen des Wasserschutzes und des Feuchteustrages.

Die Konstruktionsübersicht auf der nächsten Seite zeigt die gängigen Konstruktionsmischungen aus Innenbekleidungen und Füllungen (Zeilen 1-5) sowie Außenbekleidungen (Spalten 1-4). In Zeile 1 sind Schrägdächer ohne Dämmung, Füllung und Innenbekleidung skizziert. Diese Konstellation ist gegeben, wenn Schrägdächer von innen saniert werden und alle Innenbekleidungen entfernt werden oder wenn bisher ungedämmte Schrägdächer über z.B. bisher unbeheizten Dachräumen erstmals nachträglich von innen gedämmt und bekleidet werden.

In Zeilen 2 und 3 sind Schrägdächer mit einer Innenbekleidung aus Putz auf Putzträger skizziert, was in alten Häusern bis etwa 1965 die üblichen Innenbekleidungen waren. Zeile 2 zeigt Aufbauten, die außer dem Innenputz keine oder nur 2-4 cm Wärmedämmung im Balkenzwischenraum haben, was für Baujahre 17.. bis 1960 und 1960-70 typisch war. Zeile 3 zeigt Aufbauten mit Innenputz und Ausfachung aus Leichtsteinen (meist Bims), wie sie zwischen 1850 und 1960 seltener auch vorkamen.

In Zeile 4 sind Innenbekleidungen mit Holzvertäfelung und dahinter aluminiumkaschierter Glaswollmatte skizziert, wie sie ab etwa 1965 und bis etwa 1985 sehr häufig war und leider auch sehr typische Mängel aufweist, vor allem mangelhafte Luftdichtheit und schlampige Verarbeitung.

In Zeile 5 sind Innenbekleidungen mit raumseitiger Gipskarton-Bekleidung skizziert, die hinter dem Gipskarton eine separate vollflächig verlegte Luftdichtungs- und Dampfbremsbahn sowie Dämmschichten haben. Diese Bauweise ist seit etwa 1985 üblich.

In Zeile 6 ganz rechts ist noch ein Beispiel eines Sichtbalkendaches mit ausschließlicher Aufsparrendämmung dargestellt, was in Detmold zwar auch, aber eher selten vorkommt.

Spalte 1 zeigt Schrägdachaufbauten, die als äußere Bekleidung nur eine Dacheindeckung auf Lattung aber kein zusätzliches wasserabführendes, winddichtendes oder dampfbremsendes Unterdach haben. Dies ist die bis etwa 1970 typische Dachaußenbekleidung. Nur in sehr windbelasteten Gebieten kommen auch früher schon harte Bretterschaltungen mit wasserabführender (z.B. Teerpappe-) Auflage vor.

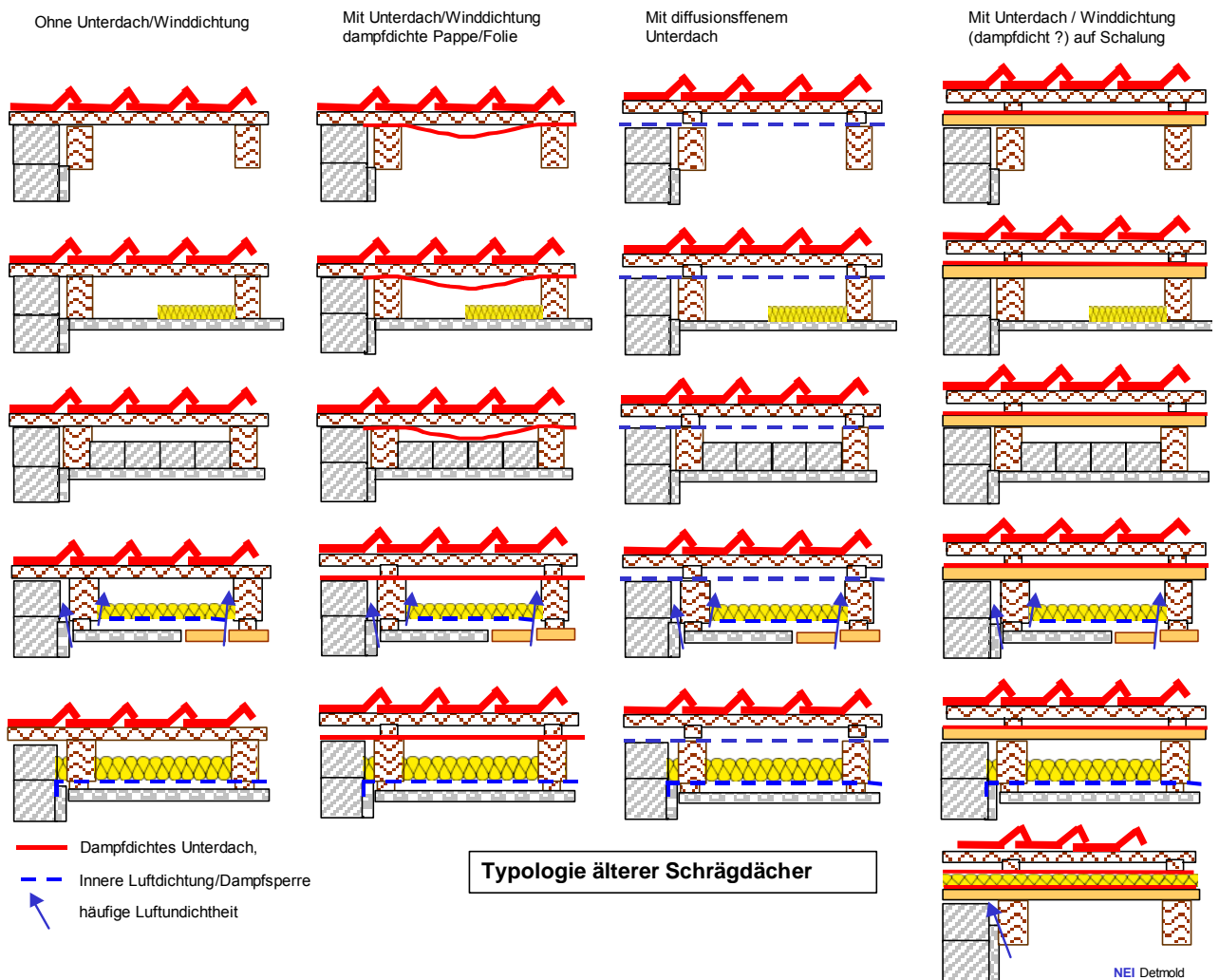


Abb. 2.1.4.1-1 Bauarten von Schrägdächern

Spalte 2 zeigt Schrägdachaufbauten, die als äußere Bekleidung unter der Dacheindeckung eine ältere, noch nicht diffusionsoffene Unterdachbahn aus Teerpappe oder frühen ("Delta-") Unterdachbahnen haben. Diese Schicht ist hier als durchgehende rote Linie eingezeichnet. Diese Bauweise kommt seit etwa 1900 mit Pappen, bzw. seit etwa 1965 mit Folien vor. Hier ist das Problem, dass wegen der hohen Dampfbremswirkung dieser Unterspannbahnen meist eine Unterlüftung des Unterdaches erhalten bleiben muss, sodass nicht der ganze Sparrenzwischenraum für Dämmung nutzbar ist. Wird ein solches Dach nur von innen saniert, bleibt also die Außenbekleidung erhalten, bestehen nur verringerte Möglichkeiten zur Energieeinsparung, wenn man keine sehr dicken inneren Zusatzschichten realisieren kann.

Spalte 3 zeigt äußere Schrägdachaufbauten mit diffusionsoffenem Unterdach, das hier als gestrichelte blaue Linie eingezeichnet ist. Dieser Aufbau ist seit etwa 1990 sowohl im Neubau als auch nach diesem Zeitpunkt bei Dachneueindeckungen älterer Häuser üblich und ermöglicht es oft, den ganzen Sparrenzwischenraum mit Dämmstoff zu verfüllen. Ein Luftspalt unter dem Unterdach ist hier zur Feuchteabfuhr i.d.R. nicht mehr nötig, sondern sogar eher nachteilig.

Spalte 4 zeigt Schrägdächer mit hartem Unterdach aus z. B. einer Holzschalung, was meist aus Windschutzgründen oder zur sehr stabilen Unterfangung der Dachhaut (z. B. bei Kupfer- oder Schieferdach), realisiert ist. Auf solchen Unterdächern sind oft stark dampfbremsende Teerpappen verlegt, dies wirft dieselben Probleme auf wie bei den in Spalte 2 dargestellten Aufbauten.

Die Möglichkeiten zur Verringerung der Heizwärmeverluste und zuzurechnenden CO₂-Emissionen über solche Schrägdächer variieren je nachdem, ob das Dach von außen (z.B. wg. nötiger Neueindeckung) oder von innen (z.B. wg. Erneuerung des Innenausbaus) geöffnet werden sollen. Die beiden Übersichten in Abb. 2.1.4.1-2 und 2.1.4.1-3 auf der nächsten Seite zeigen die dabei bestehenden

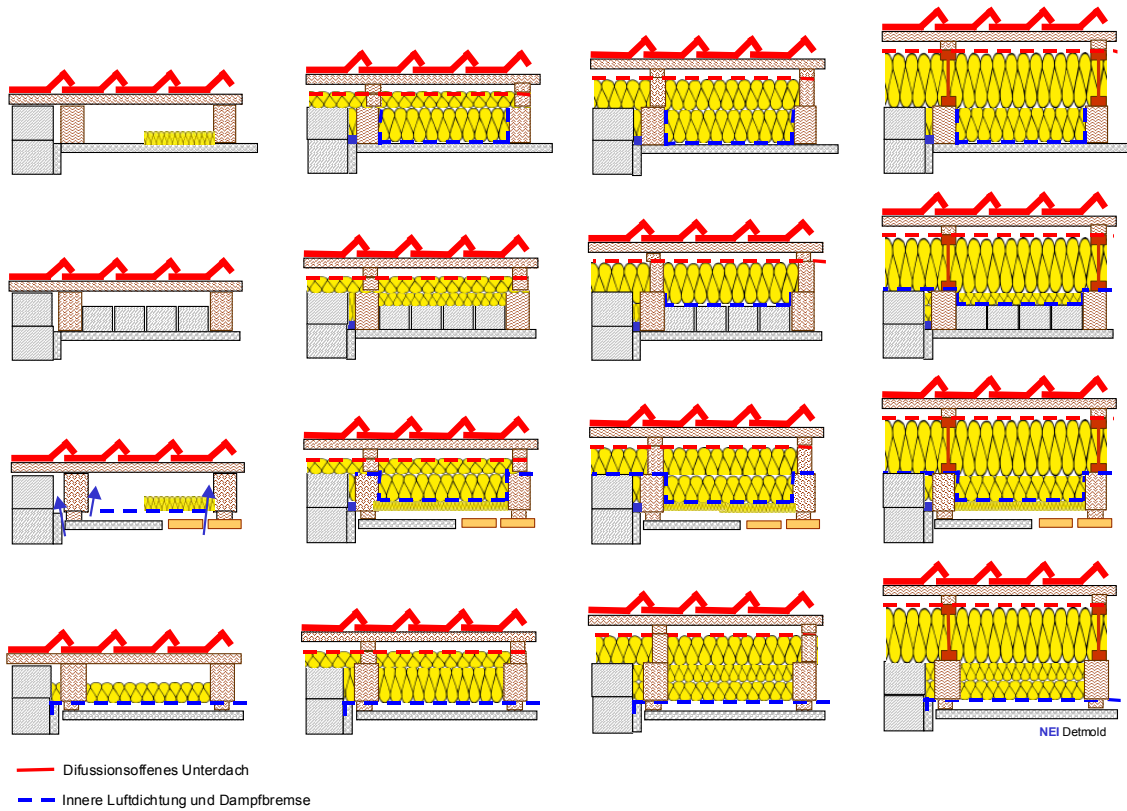


Abb. 2.1.4.1-2 Varianten der Schrägdach-Dämmung von außen

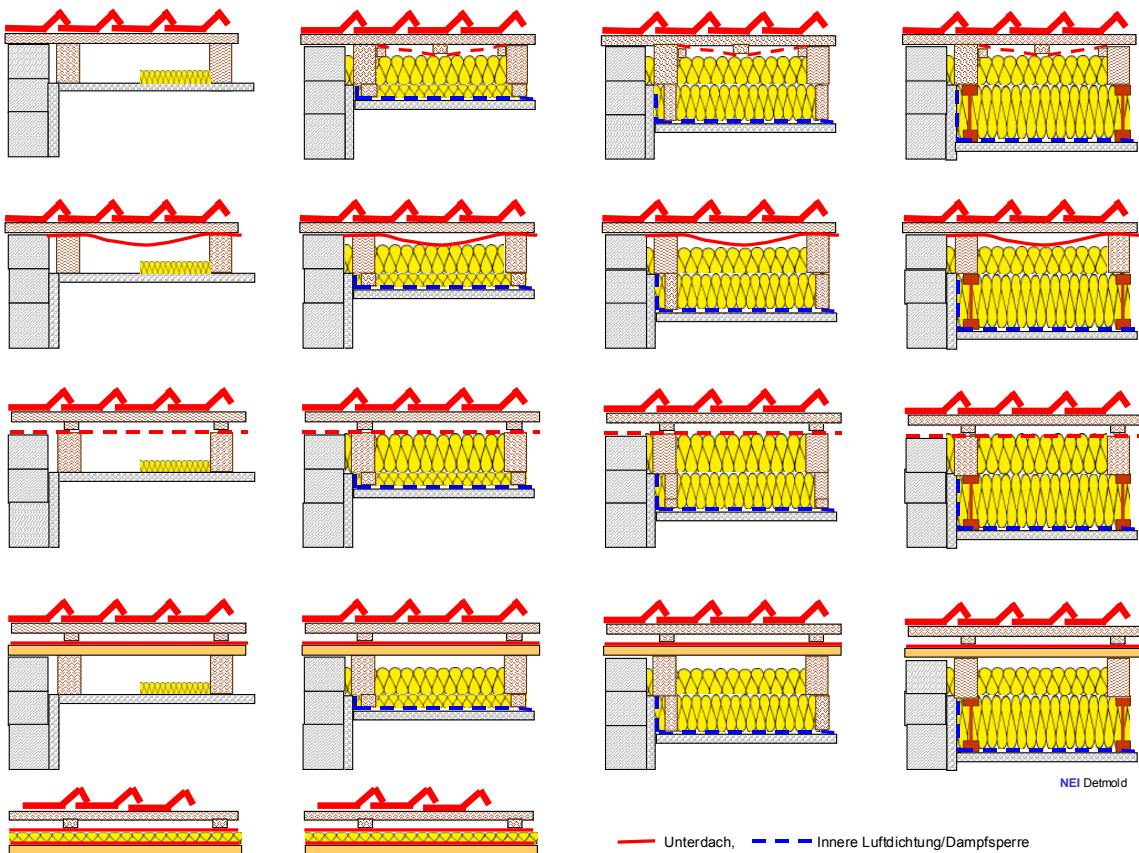


Abb. 2.1.4.1-3 Varianten der Schrägdach-Dämmung von innen

Möglichkeiten, wie sie vielfach auch in Detmold schon realisiert wurden. In der oberen Abbildung sind Möglichkeiten aufgezeigt, wie bei einer Dachöffnung von außen zusätzliche Wärmedämmung zunächst zwischen die Dachbalken und zusätzlich zwischen äußere Aufdoppelungen des Dachstuhls eingebaut werden können. In dieser Abbildung sind in den vier Zeilen die vier möglichen Innenaufbauten mit ihren jeweiligen Problemen dargestellt; die vier Spalten zeigen neben dem Ausgangszustand (links) die vier unterschiedlich hohen erreichbaren Wärmedämmstandards von Neubau-, Niedrigenergie- und Passivhausqualität. Grundsätzlich lassen sich bei Schrägdachsanierungen von außen sehr hohe Dämmstandards erreichen, da nach oben erst mal keine Platzbegrenzung vorhanden ist.

In Tabelle 2.1.4.1-4 ist am Beispiel einer 100 m² großen Dachfläche und bei angenommenen 7 Ct/kWh Wärmekosten berechnet, welche Wärmeverluste und Heizkosten über ein solches Dach pro Jahr und innerhalb von 40 Jahren entstehen, wenn die Dächer in einer dieser sechs thermischen Qualitäten hergestellt sind und normal beheizte Räume gegen Außenluft abgrenzen. Aus den dargestellten Differenzen kann man den energetischen und finanziellen Nutzen zusätzlicher Dämmschichten erkennen.

Schrägdach	sehr kalt	kalt	kühl	kühl	Neubau-Standard	Niedrig-Energie-Standard	Passivhaus-Standard
Dämmstärke	0 cm	3 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm
U-Wert	2,87 W/m ² K	1,04 W/m ² K	0,74 W/m ² K	0,43 W/m ² K	0,22 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,11 W/m ² K
Wärmeverlust p.a.	24.125 kWh	8.736 kWh	6.216 kWh	3.612 kWh	1.814 kWh	1.243 kWh	0.949 kWh
Wärmeverlust in 40 a	964.992 kWh	349.440 kWh	248.640 kWh	144.480 kWh	72.576 kWh	49.728 kWh	37.968 kWh
Wärmekosten p.a.	1689 EUR	612 EUR	435 EUR	253 EUR	127 EUR	87 EUR	66 EUR
Wärmekosten in 40 a	67.549 EUR	24.461 EUR	17.405 EUR	10.114 EUR	5.080 EUR	3.481 EUR	2.658 EUR

Dachfläche: 100 m²

Kalkulationsdauer: 40 Jahre

HWärmepreis: 7 Eurocent/kWh

Abb. 2.1.4.1-4 Einsparpotenziale durch Schrägdach-Dämmung

Empfehlenswert sind bei Dachdämmungen heute grundsätzlich Dämmstärken von 28-30 cm, bei denen nicht nur sehr niedrige winterliche Wärmeverluste auftreten, sondern auch der sommerliche Hitzeschutz wirklich komfortabel wird. Eine passivhaustaugliche Ausführung verlagert etwa 40 cm Dämmstärke. Eine Dämmung nur der vorhandenen Sparrenzwischenräume ist zwar derzeit gesetzlich noch zulässig, jedoch ökonomisch wie auch bzgl. des sommerlichen Wärmeschutzes unbefriedigend.

Im Detmolder Förderprogramm für nachträgliche Wärmedämmung von Altbauten wurden seit 1993 insgesamt 250 Schrägdachdämmungen mit zusammen etwa 20.000 m² Dachfläche gefördert. Die derzeitige Mindestdämmstärke zur Förderung beträgt 18 cm bei Dämmstoff der WLG 035; bei dickerer Dämmung bis 26 cm Stärke wird erhöhte Förderung gewährt. Empfohlen wird, die Mindestdämmstärke in 2009 auf 22 cm zu erhöhen.

Die Fotos in oberer Abb. 2.1.4.1-5 auf der nächsten Seite zeigen Beispiele nachträglicher Schrägdachdämmung von außen oder von innen.

Sollen Schrägdächer wegen intakter und hochwertiger innerer und äußerer Bekleidungen von keiner Seite geöffnet werden, gibt es auch Möglichkeiten, nur den vorhandenen Sparrenzwischenraum mit Dämmstoff zu verfüllen, sofern dieser vom Dachraum aus zugänglich ist. Diese Variante ist nur bei geeigneten Randbedingungen empfehlenswert, insbesondere muss die innere Oberfläche luftdicht und sollte möglichst dampfbremsend sein. Weiterhin darf außenseitig kein dampfdichtes Unterdach vorhanden sein und die Dacheindeckung muss relativ regendicht sein. Ist der Sparrenzwischenraum unten an der Traufe stabil und dicht abgekastet, kann Perlite oder Zellulosedämmstoff direkt eingeblasen werden. Ist der Sparrenzwischenraum nicht sicher dicht, sodass Dämmstoff wieder herausrieseln oder wehen könnte, kann man den Dämmstoff in spezielle Säcke einbauen, die vorher im Sparrenzwischenraum entfaltet werden. Solche Lösungen sollten nur nach kompetenter bauphysikalischer Beratung und durch erfahrene Fachunternehmen ausgeführt werden. Der Zellulosehersteller Isofloc bietet bei geeigneten Randbedingungen für sein derartiges "Wagner-Dach" sogar 7 Jahre Garantie an. Die unteren beiden Bilder auf folgender Seite zeigen zwei so ausgeführte Beispiele.



Schrägdachdämmung von außen
Dämmung zwischen und auf den
Sparren



Schrägdach mit Leichtsteinfüllung



Schrägdach von innen geöffnet
bisher ohne Dämmung hinter der
Innenbekleidung



Schrägdachdämmung von innen
mit innerer Aufdoppelung und
neuen luftdichtenden Folien



Schrägdach mit beiderseitiger
Öffnung und Sparrenaufdoppelung



Schrägdachdämmung von innen
mit innerer Sparrenaufdoppelung

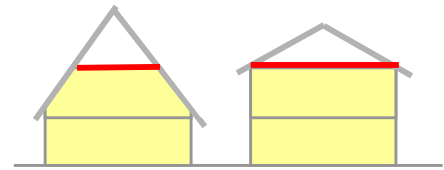
Abb. 2.1.4.1-5 Varianten der Schrägdachdämmung von außen oder innen



Abb. 2.1.4.1-6 Varianten der Dämmung nur im Sparrenzwischenraum ohne Bauteilöffnung mit Perlite Schüttdämmstoff (links) und Zellulose in Säcken (rechts)

2.1.4.2 Kehlbalkendecken unter unbeheizten Dachböden

Vielen Detmolder Häuser haben unbeheizte Dachböden und darunter als oberen Abschluss der beheizten Zone eine Kehlbalkendecke als Teil der Wärme übertragenden Gebäudehülle. Bei anderthalbgeschossigen Häusern sind dies meist Holzbalkendecken. Bei größeren Häusern mit einem oder mehreren Vollgeschossen und ohne Schrägen in der obersten Etage sind es häufig auch Betondecken. Nebenstehende Skizze zeigt diese beiden Bauformen.



Folgende Übersicht zeigt die gängigen Konstruktionen von Kehlbalkendecken:

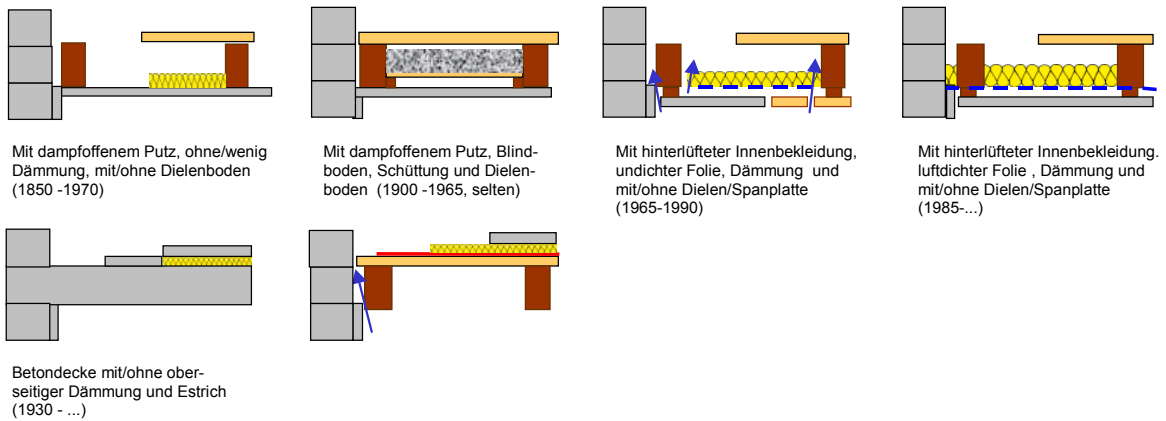


Abb. 2.1.4.2-1 Kehlbalkendecken, Bauarten

Bei Kehlbalkendecken aus Holz kommen dieselben Varianten von unterseitigen (inneren) Bekleidungen und von Sanierungsmöglichkeiten vor wie bei den im vorigen Kapitel erläuterten Holz-Schrägdächern. Die folgenden Skizzen zeigen Varianten der am häufigsten realisierten oberseitigen Zusatzdämmungen auf Holz- und Betondecken sowie auf Sichtbalkendecken.

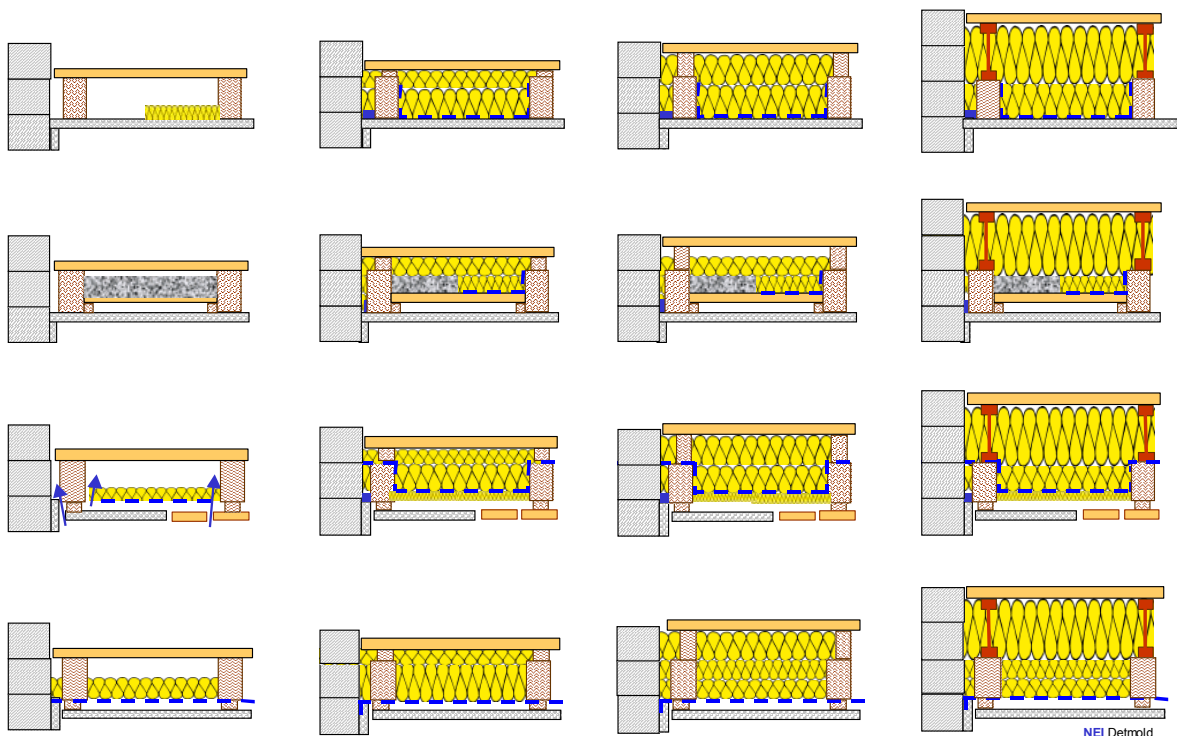


Abb. 2.1.4-2 Holz-Kehlbalkendecken mit Unterbekleidung, Sanierungsvarianten von oben

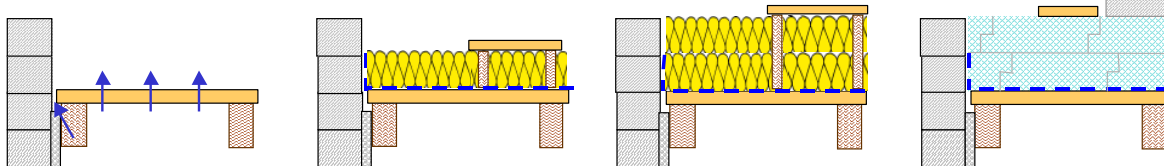


Abb. 2.1.4.2-3 Sichtbalken-, Kehlbalkendecken, Sanierungsvarianten von oben

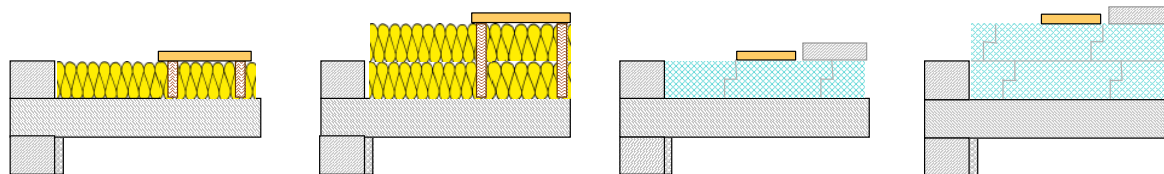


Abb. 2.1.4.2-4 Beton-Kehlbalkendecken, Sanierungsvarianten von oben

Als oberseitige (äußere) Bekleidungen sind auf alten, unterseitig bekleideten Holzbalkendecken in der Regel sägeraue Holz-Dielenböden vorhanden, bei teilsanierten Altbauten oder Häusern nach 1970 zuweilen auch Spanplattenböden. Sichtbalkendecken kommen oft in alten Fachwerkhäusern ohne jede obere Dichtungs- und Dämmschicht als reine Dielenböden über Deelen und danebenliegenden Räumen vor. Auf solchen Decken war früher im Winter oft Stroh oder Heu gelagert worden, was eine erhebliche Dämmwirkung der Decke mit sich brachte. Bei Aufgabe oder Umstellung der Landwirtschaft und bei Umnutzung der früher fast gar nicht geheizten Schlafkammern unter Deelenböden in normal beheizte Wohnräume entfielen diese winterlichen Bedeckungen und entstanden neue Dämmbedarfe, sodass neue Luftdichtungs- und Wärmedämmschichten einzubauen sind. Oberste Geschossdecken aus Beton sind bei vielen älteren Häusern ohne Dämmung, bei Baualtern 1960-70 oft mit 2-4 cm PS- oder Korkdämmung unter Estrichen und erst nach etwa 1975 meist mit 6 und mehr cm Dämmung hergestellt. Oft waren solche Dämmungen zwar geplant, wurden aber nicht ausgeführt, weil unklar war, ob der Dachraum noch ausgebaut werden soll. Die häufig vorhandenen Mängel können also unterschiedlichste Ursachen haben.

Für die Dämmung nicht begehrbarer aber zugänglicher oberster Geschossdecken³ gibt es seit der EnEV 2001 eine bis 2006 befristete Nachrüstpflicht für Wärmedämmung auf einen U-Wert von max. 0,30 W/m²K. Diese wurde aber mangels aktiver Überprüfung durch die Bauordnung nur wenig befolgt und ist den meisten Hauseigentümern nicht einmal bekannt.

Folgende Tabellen 2.1.4.2-5 und 2.1.4.2-6 zeigen am Beispiel einer 100 m² großen Holz- bzw. Betondecke und bei angenommenen 7 Ct/kWh Wärmekosten, welche Wärmeverluste und Heizkosten über solche Decken pro Jahr und innerhalb von 40 Jahren entstehen, wenn die Decken in einer dieser sechs thermischen Qualitäten hergestellt sind und normal beheizte Räume gegen den Dachraum abgrenzen. Aus den dargestellten Differenzen kann man den energetischen und finanziellen Nutzen zusätzlicher Dämmschichten erkennen.

Kehlbalkendecken (Holz)	sehr kalt	kalt	kühl	mäßig warm	Neubau-Standard	Niedrig-Energie-Standard	Passivhaus-Standard
Dämmstärke	0 cm	3 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm
U-Wert	3,20 W/m ² K	1,09 W/m ² K	0,76 W/m ² K	0,44 W/m ² K	0,21 W/m ² K	0,13 W/m ² K	0,09 W/m ² K
Wärmeverlust p.a.	26.880 kWh	9.148 kWh	6.409 kWh	3.671 kWh	1.730 kWh	1.084 kWh	0.790 kWh
Wärmeverlustein 40a	1.075.200 kWh	365.904 kWh	256.368 kWh	146.832 kWh	69.216 kWh	43.344 kWh	31.584 kWh
Heizkosten p.a.	1882 EUR	640 EUR	449 EUR	257 EUR	121 EUR	76 EUR	55 EUR
Heizkosten in 40a	75.264 EUR	25.613 EUR	17.946 EUR	10.278 EUR	4.845 EUR	3.034 EUR	2.211 EUR

Deckenfläche: 100 m²

Kalkulierte Nutzungsdauer: 40 Jahre

Wärmepreis: 7 Eurocent/kWh

Abb. 2.1.4.2-5 Einsparpotenziale an Holz-Kehlbalkendecken

³ "nicht begehrbar" bedeutet, dass die Dachböden über solchen Decken nach evtl. Ausbau keine so große Innenhöhe mehr haben, dass sich ein normal großer Mensch auf einer ausreichenden Fläche aufrecht bewegen kann.

Kehlbalkendecken (Beton)	sehr kalt	kalt	kühl	mäßig warm	Neubau-Standard	Niedrig-Energie-Standard	Passivhaus-Standard
Dämmstärke	0 cm	3 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm
U-Wert	3,50 W/m²K	0,96 W/m²K	0,65 W/m²K	0,36 W/m²K	0,17 W/m²K	0,11 W/m²K	0,09 W/m²K
Wärmeverlust p.a.	29.400 kWh	8.064 kWh	5.460 kWh	3.024 kWh	1.428 kWh	0.924 kWh	0.714 kWh
Wärmeverlustin 40a	1.176.000 kWh	322.560 kWh	218.400 kWh	120.960 kWh	57.120 kWh	36.960 kWh	28.560 kWh
Heizkosten p.a.	2058 EUR	564 EUR	382 EUR	212 EUR	100 EUR	65 EUR	50 EUR
Heizkosten in 40a	82.320 EUR	22.579 EUR	15.288 EUR	8.467 EUR	3.998 EUR	2.587 EUR	1.999 EUR

Deckenfläche: 100 m²

Kalkulierte Nutzungsdauer: 40 Jahre

Wärmepreis: 7 Eurocent/kWh

Abb. 2.1.4.2-6 Einsparpotenziale an Holz-Kehlbalkendecken

Empfehlenswert sind bei Dämmungen oberster Geschossdecken heute grundsätzlich Dämmstärken von 28-40 cm, bei denen nicht nur sehr niedrige winterliche Wärmeverluste auftreten, sondern auch der sommerliche Hitzeschutz wirklich komfortabel wird. Da die Dämmung solcher Decken im wettergeschützten Innenbereich des Hauses erfolgt, ist sie sehr preiswert und kann zum erheblichen Teil in Eigenleistung erfolgen. Die nachträgliche Dämmung ungedämmter oder nur sehr wenig gedämmter oberster Geschossdecken ist in Altbauten meist das rentabelste Einsparpotenzial an der Gebäudehülle überhaupt.

Während bei der oberseitigen Dämmung von Betondecken wegen deren Luftdichtheit und hoher Dampfbremswirkung nahezu keine Ausführungsfehler möglich sind, müssen bei der Dämmung von Holz-Kehlbalkendecken Aspekte der Luftdichtheit und des Feuchteschutzes individuell geprüft werden, und müssen entsprechende Funktionsschichten teils nachgerüstet werden, um Feuchteschäden durch falsche Sanierung zu vermeiden. Abgesehen von hier normalerweise nicht vorhandenem Risiko des äußeren Nässeintrags durch Regen oder Flugschnee, ist dabei die Problematik ähnlich wie bereits im vorigen Unterkapitel bei Holz-Schrägdächern erläutert.

Im Detmolder Förderprogramm für nachträgliche Wärmedämmung von Altbauten wurden seit 2005 insgesamt 67 nachträgliche Deckendämmungen mit zusammen 8.500 m² Deckenfläche gefördert. Weitere Deckenflächen wurden zwischen 2003 und 2005 gefördert, damals aber noch nicht separat erfasst, sondern bei den Schrägdächern subsumiert. Die derzeitige Mindestdämmstärke für eine Förderung beträgt 24 cm bei Dämmstoff der WLG 035; bei dickerer Dämmung bis 30 cm Stärke wird eine erhöhte Förderung gewährt.

Folgende Bilder zeigen ausgewählte Ausführungsbeispiele:



Ab. 2.1.4.2-7 Dämmung von Kehlbalkendecken - Ausführungsvarianten

2.1.4.3 Flachdächer

Flachdächer kommen in Detmold insgesamt eher selten, jedoch bei Bungalows in mehreren Baugebieten der 1960er- bis 1970er Jahre sowie bei großen Wohn- und Geschäftsgebäuden durchaus in nennenswerter Anzahl vor. Zu nennen sind dabei z.B. das Baugebiet Saint-Omer-Straße, viele Schul- und Bürogebäude aus 1970-1990 und die meisten Industriegebäude in Detmold. Luftbilder aus <http://maps.live.de> zeigen solche Gebiete.

In konstruktiver und wärmetechnischer Hinsicht sind Flachdächer in Holzbalkendecken, Stahlbetondecken und in Elementdecken auf Traggestellen zu unterscheiden. Die Holzbalkendecken gliedern sich in Kalt- und Warmdachkonstruktionen. Elementdecken auf Stahl-, Beton- oder Holztragwerken bestehen z.B. aus großformatigen Porenbetonplatten (z.B. Hangar 21), aus wärmegeprägten Sandwichelementen (z.B. Trapezbleche mit PU-Schaumfüllung) oder nur aus großformatigen Flächenbildnern wie Trapezblechen, auf denen oberseitig separate Dämm- und Dichtungsschichten montiert sind. Sie kommen vor allem bei größeren Hallenbauten vor.

Folgende Skizze zeigt die Konstruktionen der häufigsten Holz- und Beton-Flachdächer:

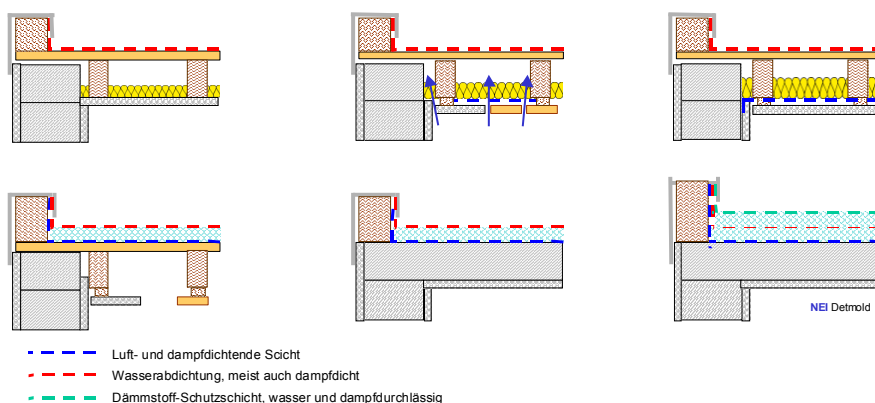


Abb. 2.1.4.3-1 Flachdach-Konstruktionen (oben Kaltdächer, unten Holz-Warmdach, Beton-Warmdach und Beton-Umkehrdach)

Die Wärmedämmeigenschaften von Holz- und Beton-Flachdächern sind vergleichbar mit denen von Holz- und Beton-Kehlbalkendecken, wie sie im vorigen Kapitel beschrieben sind. Bei Flachdächern aus Fertigelementen gibt es eine recht große Vielfalt älterer und neuer Ausführungen, wobei aber nur bei den Leichtbeton-Massivdeckenelementen die(se) Tragkonstruktion auch eine wärmetechnische Rolle spielt. Ansonsten sind die Unterkonstruktionen der großen Hallendächer für den Wärmeschutz nahezu unerheblich, und es ist für die Bestandsbewertung nur die reine Dämmstärke der fast immer oben aufliegenden Dämmung sowie deren Funktionstüchtigkeit wichtig, die vor allem von der Trockenheit der Dämmschichten abhängt. Insofern sind sie in ihren energetischen Eigenschaften weitgehend mit Holz-Warmdächern vergleichbar und werden hier nicht separat behandelt.

Bzgl. ihrer Energie- und CO₂-Einsparpotenziale haben Flachdächer weniger Möglichkeiten als oberste Geschossdecken, da sie oberseitig immer eine absolut wasserdichte Schicht haben müssen, die meist auch relativ dampfdicht ist. Feuchte aus dem Deckenhohlraum kann daher i.d.R. nicht nach oben austrocknen. Deshalb haben Flachdächer entweder eine Belüftungsschicht oberhalb der Dämmstoffe und unter ihrer oberen Wasserabdichtung zur Feuchteabfuhr ("Kaltdach") oder haben eine sehr leistungsfähige innere Abdichtung, die sicher und dauerhaft Feuchteinträge verhindert oder sind insgesamt nur aus feuchtigkeitsunempfindlichen Materialien hergestellt. Zur Ermittlung des individuellen Sanierungspotenzials muss man diese Randbedingungen daher prüfen.

Die folgenden Skizzen zeigen Varianten nachträglicher Dämmungen von Holz-Kaltdächern, Holz-Warmdächern und Beton-Warmdächern

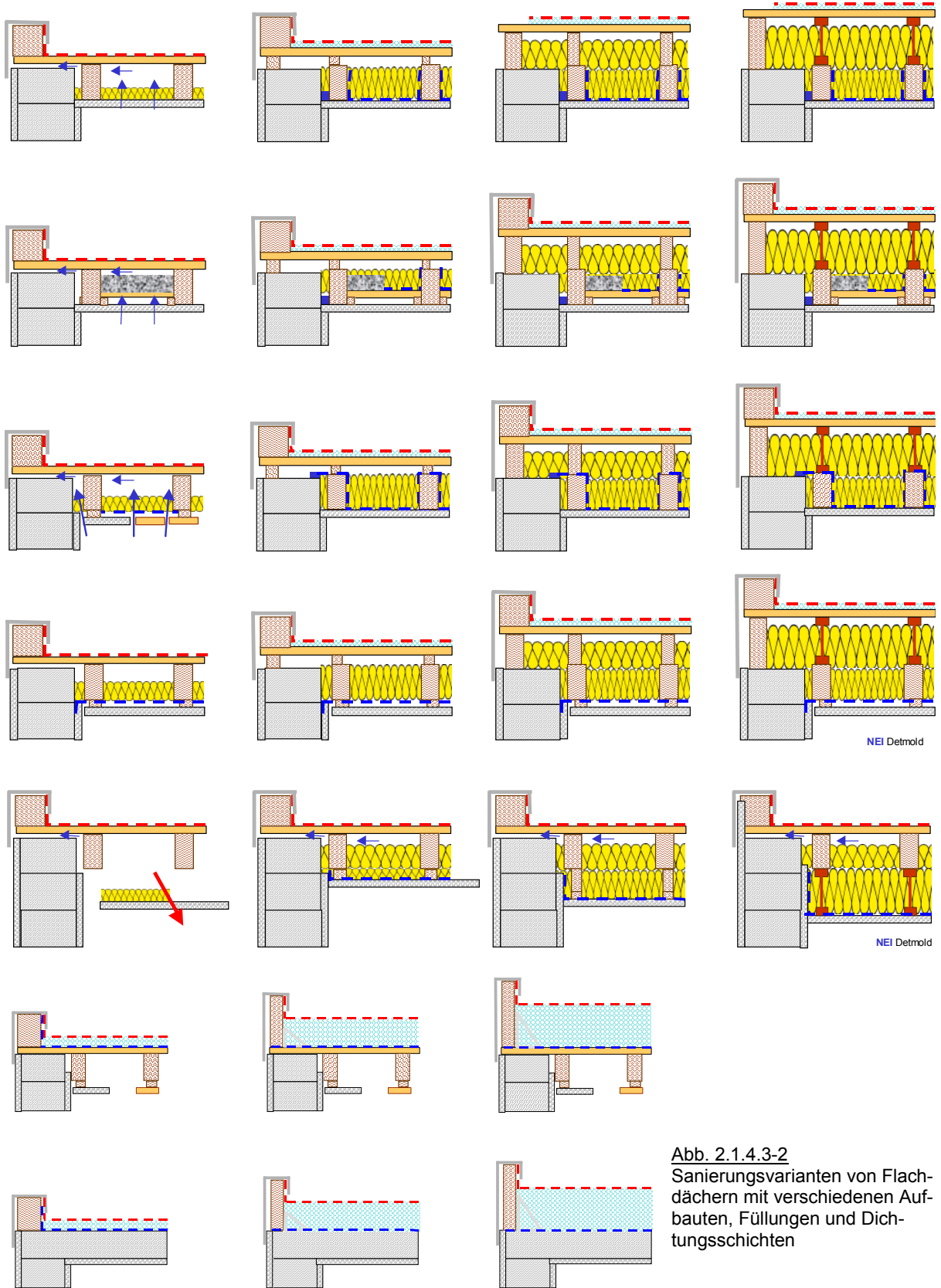


Abb. 2.1.4.3-2
Sanierungsvarianten von Flachdächern mit verschiedenen Aufbauten, Füllungen und Dichtungsschichten

Folgende Tabellen 2.1.4.3-3 und 2.1.4.3-4 zeigen am Beispiel eines 100 m² großen Holz- bzw. Beton-Flachdachs bei angenommenen 7 Ct/kWh Wärmekosten, welche Wärmeverluste und Heizkosten über solche Dächer pro Jahr und innerhalb von 40 Jahren entstehen, wenn die Dächer in einer dieser sechs thermischen Qualitäten hergestellt sind und normal beheizte Räume gegen Außenluft abgrenzen. Aus den dargestellten Differenzen kann man den energetischen und finanziellen Nutzen zusätzlicher Dämmschichten erkennen.

Holz-Flachdach (Kaltdach)	sehr kalt		kalt	kühl	Neubau-Standard	Niedrig-Energie-Standard	Passivhaus-Standard
	0 cm	3 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm
Dämmstärke	0 cm	3 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm
U-Wert	2,64 W/m ² K	1,01 W/m ² K	0,72 W/m ² K	0,63 W/m ² K	0,21 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,11 W/m ² K
Wärmeverlust p.a.	22.210 kWh	8.484 kWh	6.082 kWh	5.326 kWh	1.798 kWh	1.235 kWh	0.941 kWh
Wärmeverlust in 40 a	888.384 kWh	339.360 kWh	243.264 kWh	213.024 kWh	71.904 kWh	49.392 kWh	37.632 kWh
Wärmekosten p.a.	1555 EUR	594 EUR	426 EUR	373 EUR	126 EUR	86 EUR	66 EUR
Wärmekosten in 40 a	62.187 EUR	23.755 EUR	17.028 EUR	14.912 EUR	5.033 EUR	3.457 EUR	2.634 EUR

Größe der Decke: 100 m²

Kalkulationsdauer: 40 Jahre

Wärmepreis: 7 Eurocent/kWh

Abb. 2.1.4.3-3 Holz-Flachdächer, Einsparpotenziale,

Beton-Flachdach (Warmdach)	sehr kalt		kalt	kühl	Neubau-Standard	Niedrig-Energie-Standard	Passivhaus-Standard
	0 cm	3 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm
Dämmstärke	0 cm	3 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm
U-Wert	3,20 W/m ² K	1,09 W/m ² K	0,76 W/m ² K	0,44 W/m ² K	0,19 W/m ² K	0,12 W/m ² K	0,09 W/m ² K
Wärmeverlust p.a.	26.880 kWh	9.156 kWh	6.384 kWh	3.679 kWh	1.604 kWh	1.033 kWh	0.764 kWh
Wärmeverlust in 40 a	1.075.200 kWh	366.240 kWh	255.360 kWh	147.168 kWh	64.176 kWh	41.328 kWh	30.576 kWh
Wärmekosten p.a.	1882 EUR	641 EUR	447 EUR	258 EUR	112 EUR	72 EUR	54 EUR
Wärmekosten in 40 a	75.264 EUR	25.637 EUR	17.875 EUR	10.302 EUR	4.492 EUR	2.893 EUR	2.140 EUR

Größe der Decke: 100 m²

Kalkulationsdauer: 40 Jahre

Wärmepreis: 7 Eurocent/kWh

Abb. 2.1.4.3-4 Beton-Flachdächer, Einsparpotenziale

Empfehlenswert sind bei Flachdach-Dämmungen heute grundsätzlich Dämmstärken von 28-40 cm, bei denen nicht nur sehr niedrige winterliche Wärmeverluste auftreten, sondern auch der sommerliche Hitzeschutz wirklich komfortabel wird. Wirtschaftlich günstige Momente sind dazu bei Warmdächern die im Schnitt alle 20 Jahre fälligen Reparaturen oder Erneuerungen der Dachhaut, bei Kaltdächern kann auch der Wunsch nach Sanierung der Innenoberflächen ein Anlass sein. Dies ist bei vielen Flachdachbauten aus den 1970er Jahren der Fall, wo ursprünglich als innere (untere) Bekleidung Holzvertäfelungen eingebaut worden waren, die inzwischen nachgedunkelt sind und nicht mehr den heutigen Gestaltungswünschen entsprechen. Hierbei entsteht auch eine gute Gelegenheit, die baulterstypischen Undichtheiten dieser Innenbekleidungen nachhaltig zu sanieren, was neben den Transmissions- auch die Lüftungswärmeverluste deutlich verringern kann. Seltener sind Sanierungen wegen durchgefallener oberer Beplankungen. Muss aber bei einem Holz-Kaltdach aus solchem Grund die ganze obere Schalung abgenommen werden, lässt sich mit relativ geringem Mehraufwand auch ein hervorragender Wärmeschutz nachrüsten. Flachdachsanierungen ohne Reparaturanlass sind in der Regel nur bei Dämmstärken unter 10 cm wirtschaftlich, sofern man die nach einer Sanierung verlängerte Nutzungsdauer nicht einbezieht.

Im Detmolder Förderprogramm für nachträgliche Wärmedämmung von Altbauten wurden seit 1993 etwa 30 nachträgliche Flachdachdämmungen mit zusammen etwa 4.500 m² Dachfläche gefördert, die in den Jahresberichten der Energieberatung bei den Schrägdächern subsumiert sind. Die derzeitige Mindestdämmstärke für Förderung beträgt 18 cm bei Dämmstoff der WLG 035; bei dickerer Dämmung bis 30 cm Stärke wird eine erhöhte Förderung gewährt. Für die Förderung ab 2009 wird eine Erhöhung der Mindestdämmung auf 24 cm empfohlen.

Folgende Bilder zeigen ausgewählte Ausführungsbeispiele.



Holz-Kaltdachsanierungen von oben



Holz-Kaltdachsanierungen von oben



Holz-Kaltdachsanierung von unten



Beton-Fachdachsanierung von oben (24 cm)

Ab. 2.1.4.3-5 Dämmung von Flachdächern: Ausführungsvarianten

2.1.5 Einsparpotenziale durch die Verringerung von Lüftungswärmeverlusten

Zur Versorgung mit Frischluft, zur Abfuhr bzw. Verdünnung schädlicher Luftinhaltsstoffe aus inneren Emissionsquellen und zur Abfuhr innerer Feuchtelasten ist ein regelmäßiger und ausreichender Luftwechsel der Raumluft mit Frischluft erforderlich. Pro anwesende Person rechnet man in der Heizperiode mit 25-30 cbm/h Frischluftbedarf. Davon unabhängig beträgt die zur Schadstoffabfuhr nötige Mindestluftwechselrate in Wohngebäuden etwa 0,20 bis 0,30 1/h. Bei besonderen Emissionsquellen (Raucherhaushalt, Labor, Fertigung...) können die abzuführenden Sonderemissionen eine höhere Luftwechselrate erfordern. Die höchste dieser drei Einzelanforderungen ist dabei stets maßgeblich. Während zu niedrige Luftwechselraten zu Sauerstoffarmut, CO₂-Anreicherung und anderen Belastungen führen, bewirken zu hohe Luftwechselraten im Winter neben unnötig hohen Lüftungswärmeverlusten eine starke Austrocknung der Raumluft, die u.a. für Bronchien und Schleimhäute unangenehm ist.

Die tatsächliche Luftwechselrate in einem Gebäude ergibt sich aus der Häufigkeit und Dauer aktiven Lüftens über Fenster oder Türen, aus den Luftströmen durch bauliche Undichtheiten sowie aus den mechanisch transportierten Luftmengen durch eventuelle Lüftungsanlagen. Im Volumenstrom regelbar sind nur Fensterlüftung und mechanische Lüftung. Auf die Höhe des Fugenluftwechsels hat man dagegen keinen Einfluss, seine Intensität hängt nur von Winddruck und Temperaturgefälle zwischen innen und außen ab.

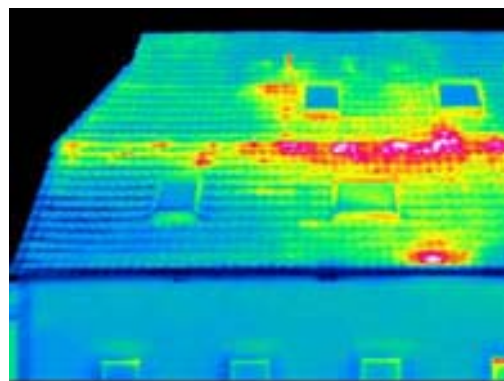


Abb. 2.1.5-1 Thermographie der Wärmeverlustrate durch Luftundichtheiten an der Mittelpfette eines Walmdachs

Die für eine ausreichende Be- und Entlüftung

z.B. einer Wohnung nötige Luftmenge ist bei richtig dosierter raumweiser Fensterlüftung zwischen 2 und 3-mal so hoch wie bei mechanischer Lüftung. Während nämlich bei Fensterlüftung typischerweise in jedem Raum zugleich die Frischluftzufuhr und die Abluftabfuhr erbracht wird, findet bei mechanischer Lüftung nicht eine Be- und Entlüftung jedes einzelnen Raumes mit Frischluft statt. Vielmehr wird Frischluft nur in die sog. Zulufräume (Wohnen, Essen, Kinder, Schlafen) eingeblasen und strömt dann durch die sog. Überströmräume (z. B. Flure) bis in die sog. Ablufträume (Küche, Bad, WC), aus denen sie nach Aufnahme der dort höheren Feuchte und Geruchslasten schließlich abgesaugt und abgeblasen wird. Diese gerichtete Durchströmung der Häuser ermöglicht es, dass jeder Kubikmeter Luft drei statt eines Jobs erfüllt. Er versorgt die Aufenthaltsräume mit der höchsten Luftqualität, durchströmt ständig die Überströmzonen und verhindert damit dort schlechte Luftanreicherung und er entsorgt am Ende noch die besonderen Belastungen der Ablufträume. Abb. 2.1.5-3 zeigt die strömungstechnischen Unterschiede von Fensterlüftung bzw. Lüftung mit mechanischen Anlagen.

Bezüglich der mit Lüften verbundenen Wärmeverluste geht bei Fenster- und Fugenlüftung stets alle in der Abluft enthaltene Wärme verloren. Die Möglichkeit zur Abluftwärmerückgewinnung besteht nur bei mechanischen Lüftungsanlagen. Effiziente Lüftungsanlagen können heute 75 bis 95 % der in der Abluft enthaltenen Wärme rückgewinnen. Mit ihnen kann man die Lüftungswärmeverluste auf bis zu 5 % des bei richtiger Fensterlüftung anfallenden Wertes verringern.



Abb. 2.1.5-2 Der Komfort mechanischer Lüftung ist heute in jedem Auto selbstverständlich

Die Lüftungswärmeverluste machen bei alten sehr wenig wärmegeprägten Gebäuden zwischen 15 und 20 %, bei Neubauten etwa 40 %, bei Niedrigenergie-Häusern etwa 50 % der gesamten Wärmeverluste aus. Würden Häuser mit einer hervorragend wärmegeprägten Passivhaus-Gebäudehülle mit Fensterlüftung belüftet, betrügen die Lüftungswärmeverluste etwa 80 % ihrer Gesamtverluste. Besonders energiesparende Bauweisen wie z. B. die Passivhausbauweise sind daher in Alt- und Neubauten überhaupt nur mit sehr dichten Gebäudehüllen und mit mechanischen Lüftungsanlagen mit hoch effizienter Wärmerückgewinnung möglich. Neben der Energieeinsparung bewirken diese auch eine erhebliche Komfortsteigerung. Ohne jedes Erfordernis von "Lüftungsdisziplin" hat man mit ihnen eine stets gute Frischluftversorgung, Geruchs-

und Feuchteabfuhr in präzise dosierbarer Menge, also einen Komfortgewinn, den wir z.B. in keinem Auto missen wollten.

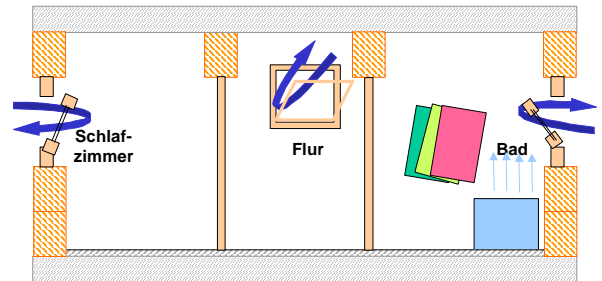
Energie- und damit CO₂-Einsparpotenziale bei den Lüftungswärmeverlusten bestehen also

- in der Vermeidung überhöhter Fensterlüftung bei Häusern mit nur Fensterlüftung,
- in der Verringerung unerwünschter Fugenlüftung durch bessere Abdichtung der Gebäudehülle bei allen Gebäuden und
- im Ersatz von Fensterlüftung durch mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung in allen hinreichend dichten Wohn- und Nichtwohngebäuden.

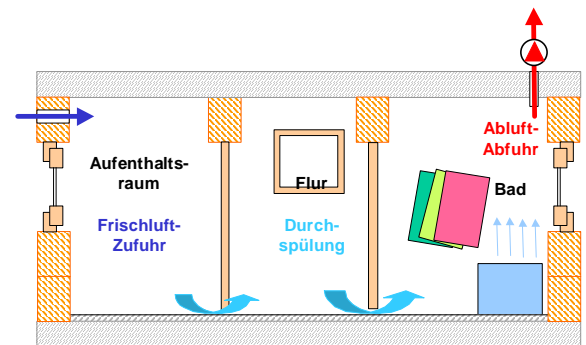
Ausweislich der Gebäudedatenerhebung werden 86 % der Detmolder Gebäude derzeit ausschließlich mit Fenstern belüftet. Etwa 3 Prozent verfügen über zusätzliche Schachtlüftungen, meist für innenliegende Feuchträume, etwa 8 % haben zusätzliche Einzelventilatoren. Zentrale Abluftanlagen haben nur etwa 0,5 % der Gebäude, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung 1,6 %. Hinzu kommen je nach Baualter und Baukonstruktion unterschiedlich hohe Fugenlüftungsanteile.

Die Erfahrung mit Schimmelbildung in Wohnräumen, insbesondere nach dem Ersatz von Einzelofenheizungen durch Zentralheizungen mit Wegfall des Verbrennungsluftdurchsatzes im Raum sowie nach dem Austausch alter undichter Fenster, Wohnungsabschluss- und Haustüren durch neue dicht schließende Elemente zeigen, dass der für Trockenhaltung und Lufthygiene mit wirksam gewesene Fugenlüftungsanteil oft unterschätzt wurde. Viele Gebäudenutzer haben erhebliche Probleme mit der angemessenen Dosierung der Fensterlüftung. Dies hat seine Ursache darin, dass Menschen für den Sauerstoff-, CO₂- und Feuchtegehalt von halbwegs normal temperierter Raumluft keine ausreichende Sensorik haben und technische Sensoren als Hilfsmittel nur wenig verbreitet sind. Müdigkeit durch Sauerstoffmangel wird oft mit Kaffee statt mit Frischluft bekämpft, und bei der Schimmelbekämpfung wird oft zunächst mehr Wärmedämmung gefordert, als dass für ausreichende Feuchteabfuhr gesorgt wird. Überhöhte Feuchte wird allerdings durch Erwärmen nicht trockener. Solche Strategien laufen deshalb bzgl. Schimmel oft ins Leere, sind aber zur Energie- und CO₂-Einsparung fraglos nützlich.

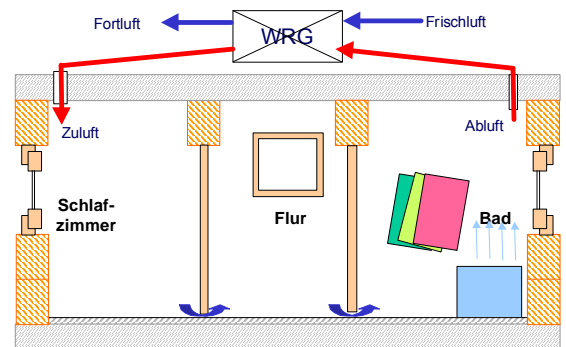
Steht bei einer Sanierung die Schimmelbekämpfung im Vordergrund und ist die Energieeinsparung nachrangig, können auch einfachere Lüftungssysteme eingesetzt werden. Zur Reduzierung überhöhter Raumluftfeuchte ist vor allem eine Feuchteabsaugung an den Orten der größten Feuchtefreisetzung hilfreich, also in Bädern und Küchen. Baut man hier raumweise oder wohnungszentrale Abluftanlagen ein, die ständig oder mit selbsttätiger Feuchteregelung Abluft aus solchen Räumen absaugen, kann man damit die sich sonst in die Wohnung ausbreitenden Feuchtelasten stark verringern. Ergänzt man solche Anlagen um Außenwand-Zuluftventile in den Aufenthaltsräumen, kann man mit dem Unterdruck der Absaugung sogar eine in gewissem Maße dosierbare Frischluftnachsaugung bewirken, die allerdings auch von Winddruck und innerer Thermik im Haus abhängt. Reine Abluftanlagen ermöglichen allerdings keine hocheffiziente Wärmerückgewinnung. Meist enthalten sie gar keine Wärmerückgewinnung; teils sind Wärmepumpen angeschlossen, welche die aus der Abluft rückgewonnene Wärme für andere Zwecke



Beim raumweisen Fensterlüften erledigt jeder cbm Frischluft nur 1 Job



Beim maschinellen Lüften erledigt jeder cbm Frischluft 3 Jobs
Gleichviel Luftqualität benötigt nur 1/3 der Luftmenge



Beim maschinellen Lüften mit Wärmerückgewinnung (WRG) wird zudem 70 - 95 % der Wärme zurückgewonnen

Abb. 2.1.5-3 Lüftungsvarianten mit Fenstern, zentraler Abluftanlage und mit zentraler WRG-Anlage

nutzbar machen. Das mit ihnen erreichbare Einsparpotenzial ist daher eher gering. Zur Vermeidung von Feuchteschäden in sonst sehr dichten Alt- und Neubauwohnungen können sie aber einen wichtigen Beitrag leisten.

Neben zentralen Lüftungsanlagen mit WRG und zentralen oder dezentralen Abluftanlagen ohne WRG gibt es noch eine Reihe weiterer Konfigurationen dezentraler oder zentraler Lüftungsanlagen, wie Einzelraumlüfter mit oder ohne WRG oder zentrale Anlagen mit integrierten Wärmepumpen, auf die hier aber nicht weiter eingegangen wird.

Das im Detmolder Gebäudebestand brachliegende Energie- und CO₂-Einsparpotenzial durch Verringerung der Lüftungswärmeverluste ist also theoretisch relativ groß. Im Neubau beträgt der Anteil der Wohngebäude mit Lüftungsanlage heute bundesweit erst etwa 10 %, bei Altbauten dürfte der Anteil der mechanisch belüfteten Gebäude erst um 1 % liegen, obwohl es bereits gute und vielfach übertragbare Einzelbeispiele mit hoher Nutzerzufriedenheit gibt. Mit der absehbaren weiteren Ausbreitung besonders Energie sparender Neubaustandards (derzeit z.B. KfW-40- und Passivhäuser) wird der Anteil der Neubauten mit Lüftung und Wärmerückgewinnung sicher künftig stark zunehmen. Aus der Nutzererfahrung hochwertig sanierter Altbauten sowie hochwertiger Neubauten z.B. in Passivhausbauweise ist dies sowohl energetisch als auch lufthygienisch empfehlenswert. Während bei Neubauten dieser Komfortfaktor bereits häufiger von Anfang an gewünscht wird, ist bei Altbauten noch verstärkte Öffentlichkeitsarbeit nötig, um die energetischen, Feuchteschutz- und Komfortvorteile noch stärker bekannt zu machen. Auf den jährlichen Lippischen Altbausanierungstagen organisiert die Detmolder Energieberatung mit Unterstützung durch die Stadtwerke und ausgesuchte Installateure dazu schon seit mehreren Jahren Informationsangebote und Fachvorträge.

Im Rahmen des 1990-1993 aufgelegten Detmolder Förderprogramms für Niedrigenergie-Häuser waren damals etwa 20 EFH oder MFH mit Lüftungsanlagen errichtet worden, deren Erfahrungen auch in etwa 200 Folgebauten einfließen. Dieses waren damals überwiegend noch zentrale Abluftanlagen und nur in wenigen Fällen Lüftungsanlagen mit WRG. Lüftungsanlagen mit WRG wurden in Detmold seit 1998 in etwa 100 Bürogebäude, KfW-40- und Passivhaus-Wohngebäude sowie etwa 10 Altbauten nachträglich eingebaut. Im Rahmen des NRW-Progress-Programms wie auch des Detmolder Förderprogramms für nachträgliche Wärmedämmung von Altbauten wird der nachträgliche Einbau von Lüftungsanlagen mit WRG seit 2007 gefördert.

Die folgenden Bilder zeigen ausgeführte Lüftungsanlagen in Detmolder Alt- und Neubauten.

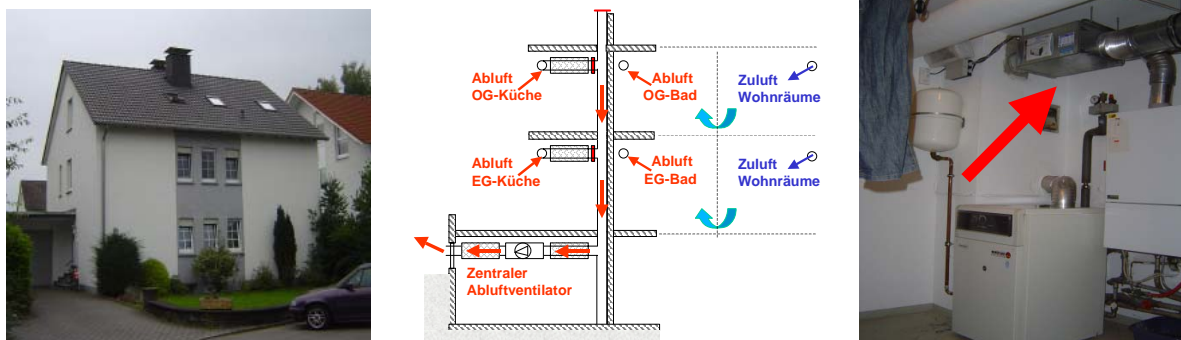


Abb. 2.1.5-4 Nachträglich eingebaute zentrale Abluftanlage in einem 3-FH aus ca. 1965 zur Sicherstellung der Feuchteabfuhr aus Küchen und Bädern wg. Schimmelproblemen nach Einbau neuer Fenster



Abb. 2.1.5-5 Nachträglich eingebaute Lüftungsanlage mit WRG in einer mit Außenlärm belasteten Wohnung in der Detmolder Innenstadt

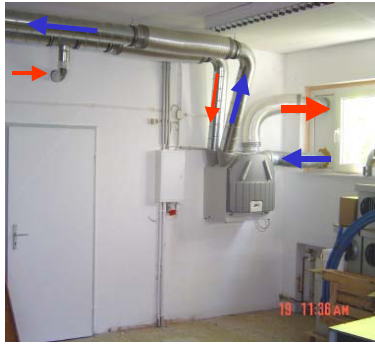


Abb. 2.1.5-6 Nachträglich eingebaute Lüftungsanlage mit WRG in einem Büroanbau mit Gewerberaum am Rand der Detmolder Innenstadt



Abb. 2.1.5-7 Lüftungsanlage mit WRG in einem besonders Energiesparenden Neubau in Rheda

2.1.6 Erhöhung passiv-solarer und innerer Wärmegewinne

Neben der Verringerung der Wärmeverluste durch Transmission und Lüftung besteht auch in der Erhöhung der passiv-solaren Wärmegewinne eines Hauses und seiner inneren Wärmequellen ein Potenzial zur Verringerung des Heizwärmebedarfs und damit der CO₂-Emissionen. Dieses Potenzial ist bei Neubauten recht groß und nahezu kostenlos, solange Gebäudeausrichtung, Fensteranordnung, Dachgeometrie und Haustechnik noch disponibel sind. Bei bestehenden Gebäuden ist es meist kleiner, aber oft auch nicht unerheblich.

2.1.6.1 Solare Wärmegewinne

Die während der Heizperiode durch Fenster passiv in das Haus gelangende energiereiche Solarstrahlung leistet grundsätzlich einen Beitrag zur Senkung des winterlichen Heizwärmebedarfs. Bei Altbauten mit sehr hohen Wärmeverlusten kann sie 5 bis 20 % des Heizwärmebedarfs abdecken. Bei hoch wärmegeämmten und konsequent südorientierten Häusern können die passiv-solaren Wärmegewinne bis zu 80 % der winterlichen Wärmeversorgung leisten, woher auch der Name "Passivhaus" kommt. Sind Gebäude allerdings übermäßig verglast und haben ihre Ost-, Süd- und Westfenster keine ausreichenden Abschattungsmöglichkeiten, können ihre solaren Wärmegewinne in den Übergangsjahreszeiten und im Sommer höher als der Wärmebedarf sein, sodass die Gebäude überhitzen und technische Kühlung benötigen. Dieses Risiko besteht besonders dann, wenn zugleich hohe innere Wärmegewinne durch viel künstliche Beleuchtung, Personen- und / oder Geräteabwärme vorkommen. Die technische Kühlung kann dann im Sommer mehr Energieverbrauch und CO₂-Emissionen verursachen, als die winterliche Sonne einzusparen hilft. Für "Solar-" bzw. "Glasarchitektur" gibt es daher je nach Gebäudeart und Nutzung auch klare Obergrenzen für die Fassadenverglasung, die leider oft nicht rechtzeitig erkannt werden (z.B. GILDE-Zentrum).

Die meisten in Detmold stehenden Gebäude haben allerdings die Obergrenze sinnvoll nutzbarer solarer Wärmegewinne bei weitem noch nicht erreicht. Auch die meisten Neubauten werden bisher nicht passiv-solar optimiert entworfen. Insofern bestehen hier erhebliche unausgeschöpfte Energie- und CO₂-Einsparpotenziale.

Folgende Abb. 2.1.6-1 zeigt an einem EFH und einem MFH in Passivhausbauweise, wie stark sich der Heizwärmebedarf und die Höhe der nutzbaren solaren Wärmegewinne ändert, wenn diese Häuser nach Süden, Westen/Osten oder Norden ausgerichtet sind.

Bei dem links abgebildeten EFH, das neben großen Südfenstern im EG auch relativ viele West- und Ostfenster und nur wenig Nordfenster hat, steigt durch Drehung des Baukörpers von Süd nach West oder Ost der Heizwärmebedarf um 15 %, bei einer Ausrichtung nach Norden um 38 %. Bei dem stärker südorientierten Reihenhaus ist der Effekt größer. Bei Drehung nach West oder Ost steigt der Heizwärmebedarf um 64 %, bei Drehung nach Nord um 93 %, verdoppelt sich also fast. Der Rückgang der solaren Wärmegewinne, der unabhängig von der Passivhausbauweise ist, ist in der Grafik ebenfalls (gelb) dargestellt.

Abb. 2.1.6-2 zeigt zwei Neubauten mit unterschiedlicher solarer Qualität. Das linke Haus hat eine eindeutige

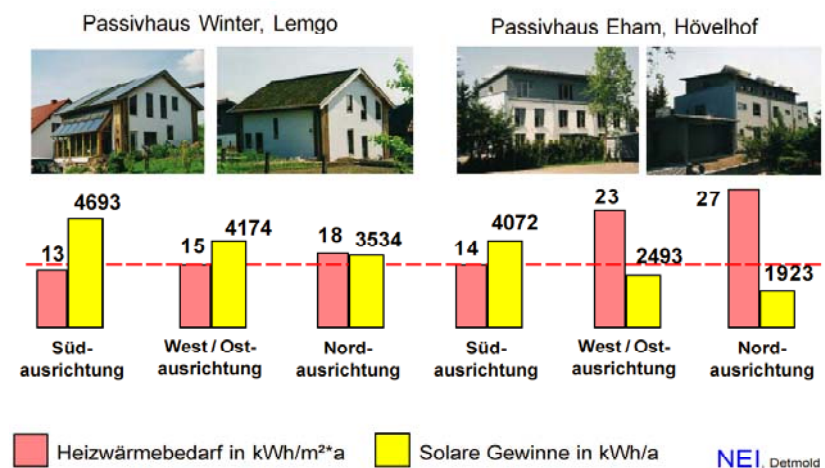


Abb. 2.1.6-1 Bedeutung der Südausrichtung für solare Wärmegewinne



Abb. 2.1.6-2 Gute Solararchitektur und solar nachteilige Bausituation

Südorientierung. Alle vier Aufenthaltsräume im EG und OG sind nach Süden orientiert und haben große Südfenster. West-, Ost- und Nordfassade sind fast geschlossen. Die Balkongestelle, die über dem OG zugleich Kollektorträger sind, dienen auch als Abschattung der steil einfallenden Hochsommersonne. Das Haus ist zudem so platziert, dass es im Winter bei Sonneneinfallswinkeln bis nur 16° nicht durch Nachbarhäuser verschattet wird. Das rechte Haus in Abb. 2.1.6-2 hat dagegen keine eindeutige Solarorientierung und ist wegen eines nicht solaroptimierten Bebauungsplans so platziert, dass es auf seiner Südseite im Winter stark vom Nachbarhaus verschattet wird. Das Foto wurde im Februar gegen Mittag aufgenommen.

Abb. 2.1.6-3 zeigt solare Aspekte zweier Detmolder Altbauten und eines Neubaus. Das obere linke Bild zeigt eine durch zu groß gewordene Nadelbäume inzwischen voll verschattete Fassade, was deren solare Gewinne stark behindern. Das obere rechte Bild zeigt einen Neubau, dessen außen liegende Jalousien auch im Winter zur Lichtdämpfung halb geschlossen sind und damit solaren Wärmege winnen den Zutritt versperren. Die unteren Bilder zeigen die Südansicht eines älteren EFH, bei dem im Rahmen der Modernisierung Südfenster im EG vergrößert und im OG neu eingebaut wurden, was die Solargewinne und den Wohnwert erhöht.



Übermäßige Abschattung durch gewachsene Bäume



Halbgeschlossene Außenjalousien behindern solare Wärmege winne



Südfassade vor der Sanierung mit nur wenig Südfenstern



Südfassade nach Sanierung mit vergrößerten Südfenstern

Abb 2.1.6-3 Passive Solarenergienutzung bei Alt- und Neubau

In der Detailplanung zur Erhöhung solarer Wärmege winne sollten stets folgende Aspekte berücksichtigt werden:

Solare Wärmege winne erfolgen nur durch die Glasflächen der Fenster, nicht durch Rahmen. Der Glasanteil ist bei gleichem Rohbaumaß der Fensteröffnung umso höher, je schlanker die Rahmenprofile sind und in je weniger Flügel oder Sprossensegmente ein Fenster unterteilt ist. Die rechts dargestellten vier Fenstervarianten haben z.B. bei gleichem Rohbaumaß 1,8 * 1,4 m und gleicher Bruttofläche von 2,5 m² von links nach rechts:



- Glasflächen von 2,18 / 1,46 / 1,50 / 1,38 m²
- Rahmenflächen von 0,38 / 1,04 / 1,00 / 1,12 m²
- Glasrandlängen von 6,8 / 9,4 / 8,6 / 10,4 m (=Wärmebrücken)

Je nach Qualität von Glas, Rahmen und Glas-Randverbund treten infolgedessen unterschiedlich hohe Wärmeverluste und auch unterschiedlich hohe solare Gewinne auf.

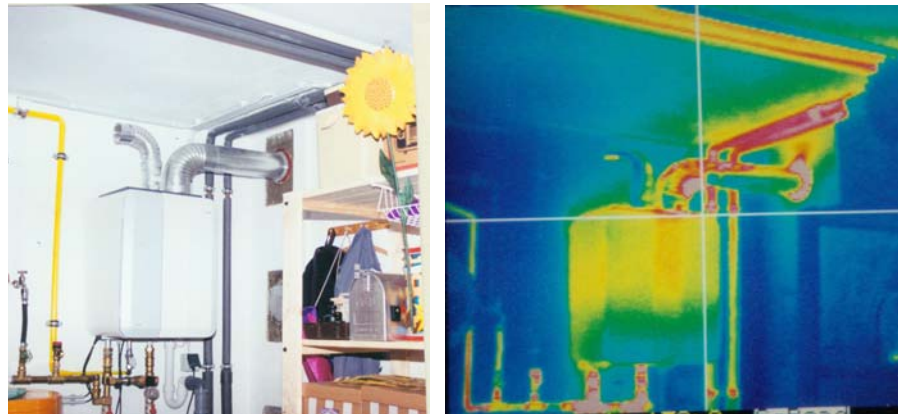
Empfehlenswert sind aus energetischer und Klimaschutz-orientierter Sicht

- in der Stadtplanung Grundstücksaufteilungen, Baufeldfestsetzungen und Geometrievorgaben, die zu keiner Verschattung durch Nachbargebäude im Winter führen (vgl. Kap. 5)
- beim Neubau möglichst eindeutige Südorientierung der Gebäude,
- beim Altbau Vermeidung nachträglicher Verschattungen durch Pflanzen, Anbauten oder z.B. feste Terrassenüberdachungen vor Wohnzimmerfenstern,
- bei Umbauten eher Vergrößerung der Süd- als anderer Fenster und ggf. Verkleinerung von nicht in dieser Größe benötigten Nordfenstern,
- auf jeden Fall Einbau von 3-fach-Glas, bei südorientierten und unverschatteten Fenstern möglichst nicht nur mit niedrigen Ug-, sondern auch mit hohen g-Werten und
- ein ausreichender sommerlicher Wärmeschutz von besonnten Fenstern zur Vermeidung der Notwendigkeit von technischer Kühlung.

2.1.6.2 Innere Wärmegewinne

Unter inneren Wärmegewinnen eines Gebäudes versteht man alle Wärmefreisetzungen aus Energieanwendungen, die innerhalb der Wärme übertragenden Gebäudehülle erfolgen. Bis auf die teils noch warm aus dem Haus ins Kanalnetz abfließenden Abwässer und der teils warm ausströmenden Abluft enden nämlich physikalisch gesehen fast alle Energieanwendungen im Haus als Wärme, also gleichermaßen z.B. der Stromverbrauch der Lampe, der des Staubsaugers, die Abwärme des Menschen und des Kochtopfs incl. seiner warmen Speisen.

Der Abwärmeeffekt vieler Energieanwendungen mag im Winter nützlich scheinen, weil er einen Teil des Heizwärmebedarfs deckt, der insoweit von der Heizanlage nicht mehr zu erbringen ist. Vielfach ist aber Abwärme auch ein Indiz für Ineffizienz.



2.1.6-4 Innere Wärmequellen durch Abwärme einer Gastherme

So ist es z.B. nicht wünschenswert, dass ein Staubsauger für

die gleiche Saugleistung oder ein Kühlschranks für die gleiche Kühlleistung mehr Strom als nötig verbraucht, nur um mehr Abwärme zu erzeugen. Ebenso wenig ist es wünschenswert, dass z.B. eine vom Keller zum Bad im Obergeschoss führende Warmwasserleitung schlecht gedämmt ist, nur um längs ihrer Trasse Abwärme als Heizleistung bereit zu stellen. Diese Leitungsverluste treten nämlich nicht nur im Winter auf, wenn ihre Abwärme vielleicht nützlich ist, sondern auch im Sommer, wenn sie nicht benötigt werden, aber trotzdem den Energiebedarf der Warmwasserbereitung erhöhen. Wird Abwärme aus Energieanwendungen bereit gestellt, die eher teure Energieträger wie z.B. Strom nutzen und substituiert damit Heizwärme aus preiswerteren Energieträgern wie z.B. Gas oder Pellets ist der Abwärmenutzen oft auch in dieser Hinsicht teuer erkaufte.

Bei der Potenzialanalyse ist insofern zwischen solchen inneren Wärmequellen zu unterscheiden, die eher verringert werden sollten und jenen, die unvermeidlich sind und bei denen nur zu überlegen ist, wie sie möglichst sinnvoll genutzt werden können. Hierzu einige Beispiele:

- Heizanlagen sowie Heizwasser- und Warmwasserspeicher sollten im Neubau und auch bei Altbauanierungen möglichst gut wärmedämmend sein und nicht in kalten Kellern oder Nebenräumen, sondern innerhalb der wärmedämmenden Gebäudehülle platziert werden, also dort wo ihre Abwärme nicht verloren geht, sondern nutzbar ist. Vgl. dazu Abb. 2.1.6-4.
- Heizungs- und Warmwasserverteilerleitungen sollten nicht mehr in kalten Kellern, kalten Dachräumen, unbeheizten Treppenhäusern, ungedämmten Abseiten oder in Wandschlitzen ungedämmter Außenwände verlegt werden, sondern nur innenseitig der Dämmhülle des Gebäudes. Sie sollten

zudem möglichst kurz und sehr gut gedämmt sein. Nur dann ist ihre Abwärme relativ gering und kommt zudem der beheizten Zone zugute.

- Leuchten in regelmäßig beleuchteten Räumen sollten nur noch mit effizienten Leuchtmitteln und mit Bedarfserkennung und Helligkeitsregelung installiert werden. (Näheres siehe Kapitel 2.3.1). Durch ineffiziente elektrische Leuchten erzeugte Abwärme erzeugt nämlich wesentlich mehr CO₂ als übliche Heizenergien (außer in direktelektrisch beheizten Häusern).
- Haushaltsgeräte für dauernde oder regelmäßige Nutzung sollten so sparsam wie möglich sein (z.B. mit EU-Energielabel A++). Die durch ineffiziente Geräte erzeugte Abwärme erzeugt nämlich wesentlich mehr CO₂ als übliche Heizenergien (außer in direktelektrisch beheizten Häusern).
- Abwärme aus warmem Bade-, Dusch-, Spülmaschinen- und Waschmaschinen-Abwasser sollte nicht ohne zumindest teilweisen vorherigen Wärmeentzug in den Kanal eingeleitet werden. Für die häusliche Abwasserwärmerückgewinnung gibt es bisher zwar noch keine fertigen Systeme, doch kann dies ein lohnender Markt werden.
- Abwärme aus dem Standby-Verbrauch von Elektro- und Elektronikgeräten sollte so weit als möglich vermieden werden (Näheres siehe Kapitel 2.3).

2.2 CO₂-Einsparung aus Warmwasserbereitung

Der Energieeinsatz und die CO₂-Emissionen aus dem Bereich der Warmwasserversorgung machen bei Wohngebäuden zwischen 15 % und 100 % des Heizwärmebedarfs aus. Der untere Wert gilt z.B. für ein älteres EFH mit hohem Heizwärmebedarf und nur 2 Bewohnern; der höhere Wert wurde an einem MFH mit 45 WE und 120 Bewohnern in Passivhausbauweise ermittelt.

Die Höhe der CO₂-Emissionen aus der Warmwasserbereitung eines Objekts hängen ab von

- dem Warmwasserverbrauch der Nutzer
- der Art der Zapfarmaturen
- der Länge und Wärmedämmung der Warmwasserleitungen
- dem Vorhandensein und der Betriebsdauer einer evtl. Warmwasser-Zirkulation
- den Verlusten eines evtl. vorh. Warmwasserspeichers
- den Erzeugungsverlusten des Warmwassererzeugers und den CO₂-Emissionen der bei der Erzeugung eingesetzten Energieträger und
- dem Anteil der direkten oder indirekten Wärmerückgewinnung aus Abwasserwärme.

Einsparpotenziale liegen daher in

- sparsamem Warmwasserverbrauch
- selbstschließenden und strömungsgünstigen Armaturen mit Perleffekt
- nahe beieinander liegender Anordnung von Feucht- und Technikraum
- Minimierung von Leitungslängen
- deutlich besserer Wärmedämmung der Leitungen als gesetzlich mindestens vorgeschrieben
- bei kurzen Leitungsnetzen Verzicht auf eine Zirkulation, sonst aber Ausstattung mit bedarfsgerechter Regelung
- Einsatz sehr gut gedämmter Speicher und Aufstellung dieser Speicher innerhalb der beheizten Zone des Hauses, sodass ihre Abwärme als Heizwärme nutzbar ist
- rationeller Erzeugung von Warmwasser, z.B. unter Einsatz thermischer Solaranlagen, jedenfalls aber nicht elektrisch, solange andere Energieträger heranziehbar sind
- Einsatz von Wärmerückgewinnungstechniken aus Abwasserwärme; dies ist besonders auch bei größerem und stetigem gewerblichem Warmwasserbedarf wichtig.

Der Großteil der hier genannten Aspekte betrifft konventionelle Techniken und sind im Neu- wie auch im Altbau gültig. In Altbauten verursachen im unbeheizten Keller stehende Speicher, ungedämmte oder nur wenig gedämmte Verteilungen durch kalte Keller, in ungedämmten Außenwänden und in Abseiten liegende Leitungen hohe Verluste. Abb. 2.2-1 zeigt z.B. eine ungedämmte Leitungsführung in einer Abseite, wie sie 1950-1965 häufig so als Heizungs- oder Zirkulationsleitung gebaut wurde.



Abb. 2.2-1 Wärmeverluste durch ungedämmte Leitungen in einer ungedämmten Abseite

Ausweislich der Gebäudedatenerhebung wird in Detmold Warmwasser zu etwa 74 % in den Zentralheizungsanlagen der Häuser erzeugt, zu 10 % aus Elektrodurchlauferhitzern oder Elektrospeichern, zu 8 % aus Gas-Etagenheizungen, zu 7 % aus direkt befeuerten Speichern und zu etwa 1 % mit Wärmepumpen. 43 % der Häuser haben keine Warmwasser-Zirkulation, 40 % eine mit zeitgesteuerter Pumpe und 17 % eine ohne Uhr.

Thermische Solaranlagen sind ausweislich des bisherigen Rücklaufs in 17,1 % der Häuser installiert, was vom Autor für zu hoch gehalten wird. Die Stadt Detmold hatte in den Jahren 1990- 2000 insgesamt 194 Solarkollektoren mit 1.771 m² Kollektorfläche als Markteinführungshilfe gefördert und damit den regionalen Solarmarkt auch anzuregen geholfen. Selbst wenn man annimmt, dass in den weiteren 8 Jahren bis 2008 nochmals die fünffache Menge installiert wurde, wären dies insgesamt derzeit nur etwa 1.200 Anlagen, was bezogen auf etwa 20.000 Häuser nur 6 % entspräche.

Empfehlenswert sind heute jedenfalls zentrale Warmwasserversorgungen aus Fernwärme, Holz-, Gas- oder Ölzentralheizungen mit solarer Unterstützung oder aus Gas-Etagenheizungen. Elektrische Warmwassersysteme sollten als Grundversorgung nicht mehr installiert werden, sondern nur bei abgelegenen Zapfstellen, deren Zuleitungsverluste sonst zu hoch wären.

2.3. CO₂-Einsparung aus Stromverbrauch

Der Stromverbrauch in Detmold von insgesamt etwa 305 Mio. kWh verursacht jährlich etwa 105.000 t CO₂-Emissionen, was gemäß der Methodik aus Teil I des Detmolder Klimaschutzkonzepts etwa 23 % der gesamten CO₂-Emissionen Detmolds entspricht. Davon entfallen etwa 65 Prozent auf Sonderversorgungskunden in Industrie, Gewerbe und Verwaltung, 30 % auf Tarifkunden in Haushalten und Kleingewerbe und 5 % auf Heizstrom, soweit dieser über die diesbezüglichen Sondertarife abgerechnet wird.

Die mit heutigem Stand der Technik mögliche Effizienz von Stromwendungen ist sowohl in privaten Haushalten, in Industrie und Gewerbe sowie in öffentlichen Einrichtungen bei weitem nicht ausgeschöpft. Dies liegt teils daran, dass die Einsparpotenziale den Planern oder Investoren von Verbrauchsgeräten und zugehörigen Regelungen nicht bekannt sind und deshalb nicht nachgefragt werden. Teils wird auch die Wirtschaftlichkeit evtl. anfänglicher Mehrinvestitionen für effizientere Komponenten nicht ausreichend geprüft, sondern nur ohne Prüfung bezweifelt, und es werden entsprechende Alternativen daher gar nicht ernsthaft und unter Wettbewerbsbedingungen nachgefragt. Teils scheitern positive Investorenansätze auch daran, dass die zur Realisierung befragten Marktpartner selbst mangels bisheriger Nachfrage unerfahren sind und daher keine attraktiven Angebote unterbreiten können, sodass überbeuerte Anfangs-Angebote entstehen, was die lokale Markteinführung effizienter Technikvarianten behindert. Schließlich gibt es erhebliche Teilmärkte, wo das Investoren-Nutzer-Dilemma längst allgemein als rentabel erkannte Investitionen in höhere Stromeffizienz behindert, weil der Investor (z.B. der Hauseigentümer) zwar dafür die Mehrkosten zu tragen hätte, jedoch der Nutzer (z.B. ein Mieter) den Nutzen davon hat und es für den hier gebotenen fairen Interessenausgleich keine leicht handhabbaren, durchsetzbaren und zugleich übervorteilungsarmen Regularien gibt.

Das individuelle Strom-Einsparpotenzial ist bei jedem Verbraucher unterschiedlich. Viele technische Effizienzpotenziale kommen dabei gleichartig bei unterschiedlichsten Verbrauchern wie z.B. in Kleinhaushalten, Verwaltungsgebäuden oder Gewerbebetrieben vor. Im Folgenden werden daher die wichtigen Potenziale nach Techniken und nicht nach Nutzerarten getrennt dargestellt.

2.3.1 Effiziente Pumpen

Pumpen haben die Aufgabe, Medien im erforderlichen Umfang zur Bedarfsstelle zu fördern. Ist der im Bedarfsfall erforderliche Förderumfang immer gleich hoch, kann eine Pumpe einstufig ausgelegt werden und muss die Regelung nur eine AN-AUS-Regelung sein. Einsparpotenziale bestehen dann nur in der richtigen Erkennung des Bedarfsfalls, um unnötigen Betrieb zu vermeiden, in der richtigen Auslegung der Pumpe, um zu hohe Leistungsaufnahme zu vermeiden, die evtl. sonst gegen die Pumpe durch Drosselung des Medienflusses weggeregelt werden muss und in der Wahl von Pumpen, welche die nötige Förderleistungen mit möglichst wenig Stromverbrauch erreichen.

In vielen Medientnetzen mit einstufigem Förderbedarf sind überdimensionierte Pumpen eingebaut, deren zu hohe Förderleistung ständig durch Strömungsbremsen ausgeglichen wird, welche den überhöhten Pumpstromeinsatz zu Abwärme vernichten. Ein Einsparpotenzial liegt hier in einer richtigen Pumpendimensionierung. Die Wirtschaftlichkeit hängt von den jährlichen Nutzungsstunden und der Restlebensdauer der Pumpe ab. Spätestens bei nächster ohnehin fälliger Erneuerung sollte jedenfalls eine angepasste Pumpe eingesetzt werden. In Medientnetzen mit einstufigem Förderbedarf fehlt teils auch eine echte Bedarfserkennung. Förderpumpen werden nur manuell geschaltet und der tatsächliche Bedarf an Medienförderung wird durch Absperrhähne nachgeregelt. In solchen Fällen fördern die Pumpen teils längere Zeit gegen verschlossene Entnahmestellen. Hier kann eine vollautomatische Kombination aus Rückschlagventil und Druckwächter oder aus Druckwächter mit Abschaltrelais und einer Wiederinbetriebnahme nur nach Knopfdruck Abhilfe schaffen.

Anders ist es bei den wesentlich häufigeren Pumpen mit mengenmäßig variablem Förderbedarf. Hier wird hohe Stromeffizienz nur erreicht, wenn neben der generellen Bedarfserkennung, ob überhaupt ein Förderbedarf vorhanden ist, auch eine Mengenerkennung stattfindet, wie hoch der Förderbedarf ist und wenn Pumpen eingebaut sind, die diese variable Förderung mit möglichst geringem Strombedarf leisten können. Diese Randbedingung existiert bei jeder üblichen Pumpenwarmwasser-Zentralheizung (PWW-ZH), die je nach Außentemperatur entweder gar kein oder nur die jeweils nötige Menge Heizwasser fördern soll. Da heute an fast allen Heizkörpern selbsttätige Thermostatventile den raumweise benötigten Heizwasser-Volumenstrom regeln, lässt sich der gesamte zu fördernde Volumenstrom am Strömungswiderstand des gesamten Heizkreises ermitteln.

Während konventionelle, unregulierte Heizpumpen mit konstanter Stromaufnahme unabhängig vom Heizbedarf stets mit gleicher Kraft gegen offene oder auch geschlossene Thermostatventile anpumpen, erkennen moderne Energiesparpumpen an dem Verhältnis ihrer Stromaufnahme zu ihrer Drehzahl den Strömungswiderstand im Heizkreis und regeln ihre Leistung automatisch so nach, dass nur die nötige Heizwassermenge gefördert wird. Dies führt zu ganz erheblichen Stromeinsparungen und ist daher ein relativ großes CO₂-Einsparpotenzial in allen zentralbeheizten Häusern. Voraussetzung für den Einsatz solcher Energiesparpumpen ist, dass die technisch als Überhitzungsvorsorge nötige Mindestumlaufwassermenge des jeweiligen Heizkessels sichergestellt ist. Vor der Umrüstung einer Pumpe ist daher jedenfalls entweder der Kesselhersteller oder ein damit vertrauter Installateur zu befragen.



Selbstregelnde Heizpumpe

Neben dem Ersatz unregulierter durch geregelte Pumpen liegt auch im Einsatz von Pumpen mit effizienteren Motoren ein Einsparpotenzial. Hier hängt es aber vom jeweiligen Anwendungsfall an, ob solche Pumpen empfehlenswert und marktverfügbar sind. Aus der Entwicklung besonders energiesparender Ventilatoren ist bekannt, dass im Bereich kleiner Leistungen teils Gleichstrommotoren Antriebsleistungen mit weniger Stromaufnahme erbringen können, als Wechselstrommotoren. Bei größeren Leistungen ab etwa 500 W haben dagegen Drehstrommotoren wiederum Vorteile.

Zahlenwerte über die Häufigkeit von in Detmold vorhandenen Heizanlagen, in denen Standardpumpen installiert und durch Energiesparpumpen einbaubar sind, liegen keine vor. Vermutet wird, dass in mehr als 80 % älterer Heizungen noch Standardpumpen installiert sind. Das Austauschpotenzial ist aber etwas geringer, da ein Teil der Heizanlagen entweder aus regeltechnischen Gründen keine selbstregelnden Pumpen verträgt und in einem andern Teil von Heizanlagen die Pumpen integriert sind, sodass hier nicht jede Energiesparpumpe einbaubar ist.

Empfehlenswert und wirtschaftlich ist diese Umrüstung aber in jedem Fall, in dem sie möglich ist. Ausnahmen sind solche Heizanlagen, bei denen in den nächsten Jahren eine komplette Erneuerung ansteht und nicht sicher ist, ob in der neuen Anlage nicht eine neue Pumpe sowieso integriert sein wird. Die Stadtwerke Detmold fördern solche Umrüstungen bei ihren Gas- und Stromkunden mit Zuschüssen.

2.3.2 Effiziente Beleuchtung

Strom- und CO₂-Einsparpotenziale bei der Beleuchtung bestehen an drei Ansatzpunkten:

1. durch bedarfsgerechte Regelung statt Dauerbetrieb oder nur AN-AUS-Schalter
2. durch effizientere Leuchtmittel (Lampen) und
3. durch Lampengehäuse, die den Lichtaustritt in die gewünschte Richtung lenken und nicht unnötig dämpfen

2.3.2.1 Lichtregelung

In Privathaushalten sind heute noch fast ausschließlich und in Nutzgebäuden überwiegend einstufige Lichtregelungen mit reinen AN-AUS-Schaltern vorhanden. Dadurch kommt es zu höherem Lichtstromverbrauch in ungenutzten Räumen sowie bei zunehmendem Tageslichteinfall als erforderlich. Moderne Lichtregelungen mit Präsenzmeldern und/oder Raumhelligkeitssensoren ermöglichen demgegenüber eine sehr komfortable, weil automatische stufenlose Lichtregelung. In fensterlosen Räumen, wo im Bedarfsfall immer dieselbe Kunstlichtstärke benötigt wird, genügen Präsenzmelder und kann auf eine Helligkeitssensorik verzichtet werden. In Räumen, in denen dauernd oder während bestimmter Nutzungszeiten eine Dauerbeleuchtung auch bei Personenabwesenheit gewünscht wird, ist eine reine Helligkeitssteuerung in Kombination mit einem Zeitprogramm sinnvoll. In Funktionsräumen wie z.B. Turnhallen, in denen je nach Sportart unterschiedliche Helligkeit benötigt wird, sind Regelungen sinnvoll, die entweder nach einprogrammiertem Belegungsplan oder nur mit autorisiertem Schlüsselschalter höhere als die Mindesthelligkeit des Normalbetriebs erlauben. In etwa 80 Büros der Stadtverwaltung sind heute schon selbsttätig helligkeitsgeregelte Leuchten im Einsatz und werden dort auch wegen ihrer Flimmerfreiheit geschätzt. Teile der Straßenbeleuchtung sind schon zumindest zweistufig schaltbar angelegt und damit in Teilen der Dämmerung sparsamer als reine AN-AUS geschaltete Modelle.



Helligkeitssensor in einer Büroleuchte

Das noch brachliegende Strom-Einsparpotenzial durch eine dem Stand der Technik entsprechende Lichtregelung dürfte aber erst zu etwa 4 % ausgenutzt sein. Empfehlenswert sind künftig für alle nicht fensterlosen Schul- und Büroräume sowie Flure selbsttätige Lichtregelungen mit Präsenzmeldern und/oder selbsttätiger Helligkeitsregelung und für alle nur temporär genutzten Räume mit kurzen Leuchtdauern wenigstens Präsenzmelder.

2.3.2.2 Effiziente Leuchtmittel

Die zur Raumbelichtung heute überwiegend eingesetzten Lampen haben sehr unterschiedlich hohe Lichtausbeuten im Verhältnis zu ihrem Stromverbrauch. Abb. 2.3.2-1 zeigt typische Kennwerte:

Die im oberen Tabellenteil aufgelisteten Lampen eignen sich dabei von der Lichtfarbe und Flackerfreiheit für hochwertige Innenraumbelichtungen. Die drei unteren Lampentypen kommen bei Hallen-, Hof- und Straßenbeleuchtung vor.

Alle Angaben gelten für die reinen Lampen. Bei Leuchtstoff- und Entladungslampen sind zusätzlich Vorschaltgeräte nötig, die weiteren Stromverbrauch haben. Dieser ist aber nicht so hoch, dass er die hier dargestellte Abstufung beeinträchtigen würde.

Lampentyp	Watt	Lumen	Lumen / Watt	Lebensdauer
Glühbirne Standard	60	740	12,3	1.500
Glühbirne Standard	100	1.340	13,4	1.500
Glühbirne Krypton	60	760	12,7	1.500
Glühbirne Krypton	100	1.420	14,2	1.500
Kompaktleuchtstofflampe	15	900	60,0	6.000
Kompaktleuchtstofflampe	23	1.500	65,2	6.000
LED Globe Lampe	3	165	55,0	25.000
Langfeldleuchte 36 W T8	36	3.100	86,1	20.000
Langfeldleuchte 58 W T8	58	5.200	89,7	20.000
Langfeldleuchte 35 W T5	35	3.050	87,1	20.000
Halogen-Metaldampf HCl-T	37	3.300	89,2	12.000
Halogen-Metaldampf HCl-T	100	9.500	95,0	12.000
Halogen-Metaldampf HqI-T	150	13.000	86,7	9.000
Natriumdampf-Hochdruck NAV-T	150	15.000	100,0	24.000
Natriumdampf-Niederdruck SOX	135	22.500	166,7	16.000
Quecksilberdampf HQL-4Y	125	6.800	54,4	25.000

Abb. 2.3.2-1 Effizienz von Lampenarten

Generell nicht mehr empfehlenswert sind aus energetischer und klimapolitischer Sicht heute für die Allgemeinbeleuchtung von Wohnräumen, Schulen, Büros, Fluren und Nebenräumen Glühlampen oder Niedervolt-Halogenlampen sowie 240-V-Halogenlampen in reiner Glühbauweise, da diese Lampenarten 75-85 % Wärme und nur 15-25 % Licht abgeben. Empfehlenswert sind heute vielmehr je nach Helligkeitsbedarf Langfeldleuchten und Kompaktleuchtstofflampen sowie LED-Lampen. Der LED-Markt entwickelt sich derzeit sehr rasch von Spezialanwendungen hin zur Allgemein- und Effektbeleuchtung und es ist möglich, dass LED-Leuchten binnen kurzem sowohl bezüglich ihrer Effizienz als auch hinsichtlich der Akzeptanz ihres Farbspektrums die Kompaktleuchtstofflampen überholen.

Bezüglich der Lichtfarben sei darauf hingewiesen, dass neben dem von einer Lampe direkt emittierten Farbspektrum auch die Filter- und Reflektionseffekte von Lampengehäusen und Raum- und Objektflächen für den Gesamteffekt erheblich sind. Genauso wenig wie eine blendende nackte Glühbirne angenehmes Licht bereitstellt, müssen andere Lampenarten ähnlich unkorrigierte Lichteffekte haben.

2.3.2.3 Effiziente Lampengehäuse

Helligkeit wird bei genauerer Analyse meist nicht allgemein, sondern nur in abgrenzbaren Flächenanteilen und Höhenniveaus eines Raumes benötigt, z.B. auf Stufenhöhe im Treppenhaus oder auf Tischhöhe in einem Büro. Der Lichtbedarf kann dabei räumlich relativ stark begrenzt sein (Leselampe) oder auch über größere Flächen gleichmäßig vorhanden sein (Klassenzimmer). Die Entfernung zwischen Lichtquelle und Lichtbedarf kann dabei je nach Raumgeometrie, verfügbaren Installationszonen, Schutzbedarf und anderen Randbedingungen näher beieinander sein (Stehlampe) oder auch weiter entfernt (Deckenleuchte in Büros oder Hallen oder Straßenlampen). Teils bestehen auch gleichzeitige Anforderungen an Helligkeit und an Blendschutz. Hieraus entstehen Vorgaben für Leuchtgehäuse, mit denen man die Lichtabstrahlung bündeln und Lichtaustrittswinkel begrenzen kann.

Moderne Büroleuchten mit exakt auf die Raumgeometrie angepassten Reflektorwannen und die Blendung begrenzenden Rasterungen sind dafür das bekannteste Beispiel. Moderne Straßenlampen haben auch oft sehr exakt bestimmbare Ausleuchtungsbereiche, auf die sie ihr ganzes Licht bündeln. Freistrahrende Kugelleuchten oder Lampengehäuse aus dunklem lichtabsorbierendem Material oder mit trüben opaken Lampenabdeckungen als Ersatz-Blendbegrenzung vergeuden dagegen viel Licht nutzlos. Einsparpotenziale bestehen hier meist in kompletter Umrüstung der Leuchten. In Büros oder Klassenzimmern, aber auch bei der Straßenbeleuchtung kann durch Umrüstung auf effiziente Lampen

und Leuchten und Regelungen teils nachher mit weniger als der Hälfte des Stromverbrauchs gleichviel oder sogar mehr Helligkeit in der Nutzebene erzeugt werden.

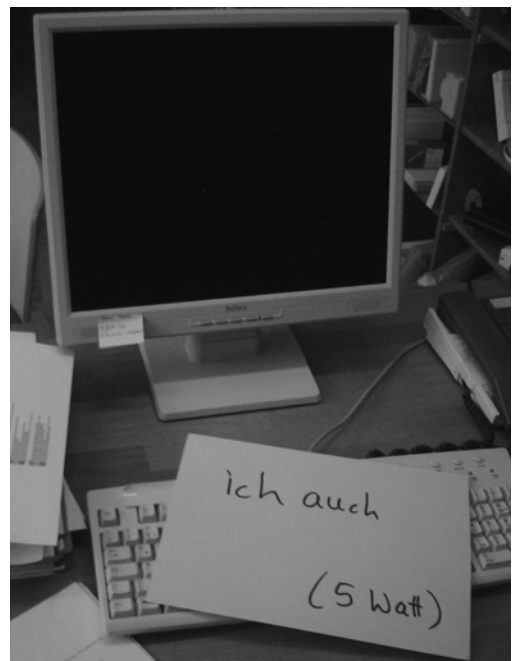
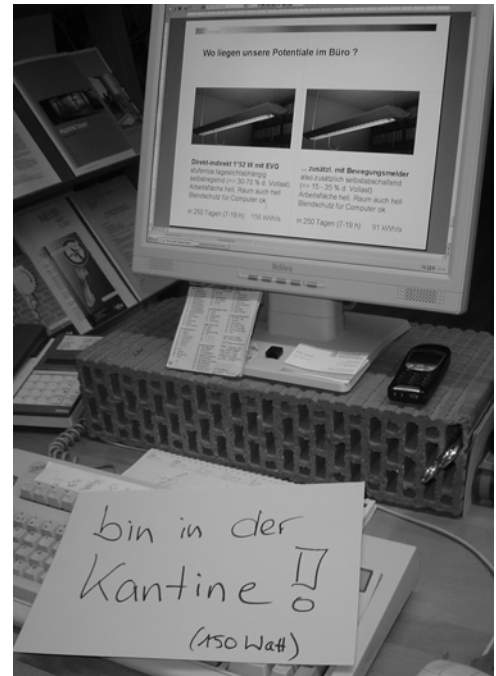
2.3.3 Minimierung von Standby-Verlusten

Ein steigender Teil von Stromanwendungen enthält heute elektronische Komponenten, die auch außerhalb der Betriebszeiten der Hauptanwendung unter Spannung stehen und Strom verbrauchen, die sog. Standby-Verluste. Diese können sinnvoll sein, oft sind sie unnötig. Nach Angaben des Umweltbundesamtes vom 17.07.2008 machen der Stromverbrauch für Standby-Funktionen in Deutschland etwa 22 Mrd. kWh/a aus, was der Stromerzeugung von etwa 4 Großkraftwerken à 800 MW Leistung entspricht. Davon ist mindestens 1/4 offensichtlich unnötig und soll durch eine neue EG-Verordnung zur Begrenzung der Stromverluste im so genannten „Bereitschafts- und Schein-Aus-Zustand“ von Büro- und Haushaltsgeräten innerhalb der nächsten 10 Jahre vermieden werden.

Eine Wasserschutz-Automatik eines ständig an eine druckführende Wasserleitung angeschlossenen Geräts wie einer Spülmaschine mag eine sinnvolle Komponente sein. Bei einer Leuchte, die per Lichtschalter an oder ausgeschaltet wird, ist dagegen ein Dauerstromverbrauch während der Abschaltzeit nicht erforderlich, oft aber vorhanden. Beispiele mit uneindeutiger Bewertung sind z.B. Faxgeräte, Bildschirme oder Drucker in Büros, bei denen sinnvolle Dauerfunktionen teils nötig sind, teils den Nutzerkomfort erhöhen. Nötig ist z.B. eine Faxempfangsbereitschaft bei Anruf, diskutierbar ist die Funktion einer schnelleren Druckbereitschaft nach längerer Pause um den Preis eines ständigen Warmhaltens von thermischen Druckerkomponenten. Bei einer Großzahl von Geräten treten zudem zu hohe Standby-Verluste nur deshalb auf, weil die nötigen Komponenten zu ineffizient oder zu billig gebaut sind. So kann z.B. statt der Dauerbereitschaft einer größeren Baugruppe eine nur wenig Standby-Strom benötigende Sensorik-Komponente ausreichen, um das Eintreten des Bedarfsfalls zu erkennen und dann die für die nötigen Aktionen erforderliche größere Komponente erst starten.

Im privaten Bereich sind auch bei längerer Nicht-Nutzung nicht komplett abgeschaltete Elektronik-Geräte wie Satellitenanlagen, Fernseher, Hifi-Anlagen, Video-Anlagen, Radios, Radiowecker, Niedervolt-Beleuchtungen die häufigsten Standby-Verbrauchsverursacher. Da viele solche Geräte gar nicht mehr ganz abschaltbar sind, sollten sie mit separatem Netzschalter oder schaltbarem Verlängerungskabel ausgerüstet werden.

Im Bürobereich verursachen Bildschirme, Drucker und Faxgeräte sowie gar nicht abgestellte Computer zunehmende Stand-By-Verbräuche. Hier sind vor allem automatische Bedarfserkennungssysteme hilfreich, die die Geräte bei Nichtbetätigung in Spar- und Schlafmodi überführen.



2.3.4 Besonders sparsame Haushaltsgeräte

Ein relativ großes Strom- und CO₂-Einsparpotenzial liegt bei Neuanschaffungen von Geräten im Kauf besonders sparsamer Geräte. Während es für dauernd oder regelmäßig betriebene Kleinelektrogeräte keine standardisierten Messnormen und Deklarationspflichten gibt, gibt es für Kühl- und Gefriergeräte, Wasch- und Spülmaschinen sowie Wäschetrockner und Herde seit vielen Jahren immerhin halbwegs brauchbare Deklarationspflichten. Am besten bekannt ist dabei das europäische ABC-Label für Haushaltsgroßgeräte und Lampen mit Rechtsgrundlage im Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz.

Die Bemessungsmaßstäbe dieses Labelings sind leider teils stark veraltet und führen zu erheblichen Fehlbewertungen, wie folgende Abb. 2.3.4-1 zeigt. Immerhin ist damit ein leicht verständliches Instrument vorhanden, das nach der überfälligen Aktualisierung der Bemessungsmaßstäbe wieder einige Jahre brauchbar sein kann.

Empfehlenswert ist heute bei Kühl- und Gefriergeräten nur noch die Anschaffung von A++-Geräten, da "A"-Geräte meist bereits jene mit den höchsten Verbräuchen aller lieferbaren Geräte sind. Bei Wasch- und Spülmaschinen ist das offiziell beste "A"-Labeling schon seit Jahren nicht mehr hilfreich, da es fast nur noch "A"-Geräte gibt und eine darunter liegende Differenzierung nach "A+" oder "A++" offiziell nicht besteht.

Eine wesentlich detailliertere Kaufhilfe als dieses Label bieten die vom Niedrig-Energie-Institut betriebene Internetdatenbank www.spargerwaete.de und die von verschiedenen Institutionen jährlich publizierte Broschüre "Besonders sparsame Haushaltsgeräte" mit Hitlisten der jeweils sparsamsten Geräte.

		Energieeffizienzklasse									
Kühl- und Gefriergeräte	Form/Größe	Anzahl	A++	A+	A	B	C	D	E	F	G
Kühlschränke ohne Sternefach	TG/TGU	68	6	18	38	6	--	--	--	--	--
Kühlschränke ohne Sternefach	SG -400 l	64	1	29	33	1	--	--	--	--	--
Kühlschränke mit (*/**)-Fach	TG/TGU	53	7	18	28	--	--	--	--	--	--
Kühlschränke mit (*/**)-Fach	SG -400 l	22	--	10	12	--	--	--	--	--	--
Kühlschränke mit (*/**)-Fach	EG, 89 cm	85	3	35	41	6	--	--	--	--	--
Kühl-Gefrier-Kombis / MZG	SG 200-400 l	442	24	160	254	4	--	--	--	--	--
Gefrierschränke	TG/TGU	53	2	16	32	3	--	--	--	--	--
Gefrierschränke	SG -400 l	206	33	79	90	4	--	--	--	--	--
Gefriertruhen	200-400 l	85	30	36	4	13	--	--	2	--	--
Waschmaschinen			A+	A	B	C	D	E	F	G	
Frontlader	4,5 kg	34	n.v.	--	32	1	1	--	--	--	--
Toplader	4,5 kg	13		--	13	--	--	--	--	--	--
Frontlader	5,0 kg	147		25	120	2	--	--	--	--	--
Toplader	5,0 kg	68		15	49	4	--	--	--	--	--
Front-/Toplader XXL	5,5 - 7,0 kg	257		27	230	--	--	--	--	--	--
Waschtrockner			A	B	C	D	E	F	G		
Front-/Toplader	4,5 kg	3	n.v.	--	--	2	1	--	--	--	--
Front-/Toplader	5,0 kg	35		3	17	15	--	--	--	--	--
Front-/Toplader	6,0 kg	9		--	3	6	--	--	--	--	--
Trommel-Wäschetrockner			A	B	C	D	E	F	G		
Ablufttrockner, gasbetrieben	5,0 kg	1	n.v.	1	--	--	--	--	--	--	--
Ablufttrockner, elektrisch	4,5-7,0 kg	62		--	--	61	--	1	--	--	--
Kondenstrockner mit Wärmepumpe	6,0 kg	4		4	--	--	--	--	--	--	--
Kondenstrockner, elektrisch	4,5-7,0 kg	136		--	47	89	--	--	--	--	--
Spülmaschinen			A	B	C	D	E	F	G		
Frontlader ca. 60 cm breit	12-15 Ged.	516	n.v.	506	4	6	--	--	--	--	--
Frontlader ca. 45 cm breit	8-10 Ged.	195		178	15	2	--	--	--	--	--

TG=Tischgerät, TGU=Tischgerät unterbaufähig, SG=Standgerät, EG=Einbaugerät, Ged=Zahl Maßgedecke
n.v. = A++ und A+ gibt es bei diesen Geräten nicht. Quelle: NEI-Hausgerätedatenbank Stand 17.08.2008

Abb. 2.3.4-1 Übersicht EU-Labeling

2.4 CO₂-Einsparung in städtischen Gebäuden

In den vergangenen Jahren sind bereits zahlreiche Maßnahmen zur Energieeinsparung an städtischen Gebäuden umgesetzt worden.

Maßnahmen der Stadt Detmold für eigene Gebäude

- Umstellung vieler Anlagen von Heizöl EL auf Erdgas, dadurch Einsparung an CO₂ bezogen auf den Brennstoffeinsatz
- Umstellung von Elektrospeicherheizungen auf Erdgas
- bauliche Maßnahmen im Bestand zur Energieeinsparung wie zum Beispiel Umrüstung von Einfachverglasung auf Wärmeschutzverglasung und nachträglich Dämmung von Dächern und Kellerdecken
- Einsatz von energiesparenden Heiztechnologien (Brennwerttechnik), Einsparung ca. 10% bezogen auf Niedertemperaturtechnik
- Einführung eines dezentralen Energiemanagements
- Einbindung der Nutzer durch pädagogische Konzepte
- Einsatz moderner Regeltechnik mit Einzelraumregelung
- Einbau von Frequenzumrichtern für Ventilatoren der Lüftungsanlagen,
- Stilllegung von nicht zwingend erforderlichen Komponenten von Lüftungsanlagen Anpassung an den Bedarf
- Einsatz von KWK-Anlagen bzw. Kooperation mit den Stadtwerken
- Umrüstung auf energiesparende Heizungspumpen
- Einsatz energiesparender Leuchtmittel
- Tageslicht- und nutzungsabhängige Beleuchtungssysteme
- Realisierung von PV-Anlagen auf Dächern städtischer Gebäude
- Nutzung von Solarwärme

Mit diesen Maßnahmen, insbesondere durch die starke Nutzung von Wärme aus KWK-Anlagen, konnte die von städtischen Gebäuden ausgehende CO₂-Belastung um ca. 28% (bezogen auf 1990) vermindert werden.

Der Energieverbrauch aller städtischen Gebäude beläuft sich derzeit auf:

Strom: ca. 2.200.000 kWh entsprechend ca. 425.000 € oder 1.850.000 kg CO₂

Wärme: ca. 16.800.000 kWh entsprechend 1.200.000 € oder 3.900.000 kg CO₂

Mit folgenden Maßnahmen kann der CO₂-Ausstoß in den kommenden Jahren noch weiter reduziert werden:

- Berücksichtigung von energetischen Aspekten bei der Raumplanung
- Kompakte Gebäude mit wenig Verkehrsflächen
- Erschließung weiterer Einsparpotenziale wie z. B. Dächer und Kellerdecken
- Ausbau der Nutzung von KWK aus Blockheizkraftwerken
- Einsatz alternativer Heizsysteme
- Durchgängiger Austausch konventioneller gegen elektronisch geregelter Pumpen
- Konsequenter Einsatz moderner Regeltechnik mit Einzelraumregelungen
- Ausbau von tageslicht- und präsenzabhängigen Beleuchtungssystemen
- Weiterer Ausbau von PV-Anlagen
- Fortentwicklung eines Energiemanagements

Soweit hierfür - wie in 2008 und 2009 bereits geschehen - auch weiterhin für zusätzliche Maßnahmen der Energieeinsparung am Gebäudebestand jährlich 500.000 Euro zur Verfügung gestellt werden, ist davon auszugehen, dass das Einsparziel von 40% erzielt werden kann, obwohl der vermehrte Einsatz der EDV und die ausgedehnten Nutzungszeiten vieler Gebäude die Einsparbemühungen erschweren. Dies setzt allerdings voraus, dass die Bauunterhaltungsmittel in Höhe der vergangenen Jahre bereitgestellt werden.

Neubauten und grundlegende Sanierungen in Anlehnung an die Passivbauweise müssten zusätzlich finanziert werden.

3 CO₂-Einsparung aus Energieerzeugung und Verteilung

In der Sitzung des Aufsichtsrates der Stadtwerke am 03. Dezember 2008 sind bereits Maßnahmen des Klimaschutzprojektes wie folgt beschlossen worden:

Der Aufsichtsrat beschließt

- auf Grundlage des beigefügten Maßnahmenpaketes 3 und der damit verbundenen
- Wirtschaftlichkeitsberechnung sowie
- vorbehaltlich der jeweiligen Darstellung im jährlichen Wirtschaftsplan

1. die Erschließung der im Rahmen des Klimaschutzprogramms der Stadt Detmold notwendigen lokalen Wärmesenke von zusätzlich rd. 85 Mio. kWh durch in den von den Stadtwerken Detmold vorgestellten Straßenzügen im Stadtgebiet mit einem mittelfristigen Gesamtinvestitionsaufwand von rd. 12,0 Mio. Euro,
2. die Realisierung weiterer Nahwärmeinseln im Versorgungsgebiet Detmold und näherer Umgebung mit einem Volumen von rd. 2,5 Mio. Euro,
3. die Realisierung der Leitungsanbindung an ein größeres Heizkraftwerk mit einem Gesamtinvestitionsaufwand von rd. 4,0 Mio. Euro.

Der Aufsichtsrat begrüßt, wenn zur Umsetzung der vorgesehenen Leitungsbaumaßnahmen von der Stadt Detmold so genannte „Wärmevorranggebiete“ gem. der beigefügten Projektübersicht (Proj. 101 – 173 gem. Anlage) ausgewiesen werden.

Die Beschlussfassung erfolgt einstimmig bei einer Enthaltung.

Nachfolgend sind die Ausarbeitungen der Stadtwerke Detmold GmbH und der HS-OWL dargestellt.

Klassifizierung von Projekten der Stadtwerke Detmold im Rahmen des Klimaschutzprogrammes der Stadt Detmold

Inhalt

1. Einleitung	66
2. Projektliste	67
3. Kriterien	74
4. Kennzahlen	78
5. Kraft-Wärme-Kopplung-Projekte	82
6. Windenergie	86
7. Biomassenutzung	87
8. Solarenergie	89
9. Wärmepumpenanwendungen	90
10. Ergebnisse	92
11. Maßnahmenpakete	94
12. Empfehlung	96

1. Einleitung

Die Stadtwerke Detmold GmbH befassen sich intensiv mit der Umsetzung von Klimaschutzzielen und einer umweltverträglichen Energieerzeugung. Im Rahmen dieser Aktivitäten wurde die Hochschule OWL beauftragt, einen Katalog möglicher Maßnahmen in sehr enger Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Detmold zu erarbeiten und eine Auswahl der zu priorisierenden zu treffen.

Die allgemeinen Ziele wurden wie folgt formuliert:

1. Der KWK-Anteil an der Stromeinspeisung in das Netz soll mindestens 25% betragen.
2. Der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromeinspeisung in das Netz soll 25-30% erreichen
3. Der Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf im Stadtgebiet soll 14% erreichen

Diese Zielformulierungen sind zunächst abstrakt und müssen zielführend konkretisiert werden. In einem nachfolgenden Schritt sollen Einzelprojekte gebildet und nach einer Vorprojektierung unter Berücksichtigung der Ziele gewichtet und bewertet werden. Für diese Bewertung werden konkrete Kennzahlen und ergänzend auch "weiche" Faktoren definiert, die zu einer Bewertung einzelner Projektvorschläge herangezogen werden können. Die Projekte entspringen den Kategorien:

1. Kraft-Wärme-Kopplung
2. Windenergie
3. Biomassenutzung
4. Solarenergie
5. Wärmepumpenanwendungen

Die Betrachtung der Projekte erfolgt zunächst unabhängig voneinander. Vor der Auswahl muss die Kombinierbarkeit der Projekte jedoch auf gegenseitige Beeinflussung der Ressourcen geprüft werden.

2. Projektliste

2.1 Kraft-Wärme-Kopplung

2.1.1 Hintergrund

Eines der Hauptziele ist die Erhöhung des Anteils des in das Detmolder Versorgungsnetz eingespeisten KWK-Stromes. Dies ist durch zwei grundsätzliche Maßnahmen möglich:

- Die Erhöhung der Stromkennzahl⁴, um bei gleich bleibendem Wärmebedarf in Fernwärme- und Nahwärmenetzen bzw. Objektanlagen die produzierte elektrische Energiemenge zu erhöhen. Eine Steigerung der Stromkennzahl ist nur durch den Neubau von BHKWs möglich. Da die Stromkennzahl von BHKWs mit ihrer Größe steigt, liegt der Ersatz von mehreren kleinen BHKWs durch wenige große nahe. So ist die Einbindung von Nahwärmenetzen in das Fernwärmenetz eine sinnvolle Vorgehensweise.
- Die Schaffung neuer KWK-Wärmesenken durch den Ausbau des Fernwärmenetzes. Auch die Erzeugung von Kälte mit KWK-Wärme stellt einen möglichen Verbraucher dar.

2.1.2 Kraft-Wärme-Kopplungs-Projekte

- Einbindung von Nahwärmenetzen 1 (Projekt-Nr.:101)
Die Einbindung der Nahwärmenetze „Schulzentrum Mitte / Kreishaus“, „Felix-Fechenbach-Berufskolleg“ und „Stadtgymnasium“ in das Fernwärmenetz zzgl. Erschließung von Wärmesenken entlang des Weges.
- Einbindung von Nahwärmenetzen 2 (Projekt-Nr.:102)
Die Einbindung der Nahwärmeinsel „Fachhochschule Campus Emilie“ in das Fernwärmenetz zzgl. Erschließung von Wärmesenken entlang des Weges.
- Einbindung von Nahwärmenetzen 3 (Projekt-Nr.:103)
Die Einbindung der Nahwärmeinsel „Dresdener Straße“ in das Fernwärmenetz zzgl. Erschließung von Wärmesenken entlang des Weges.

Einbindung von Nahwärmenetzen 4 (Projekt-Nr.:104)

Die Einbindung der Nahwärmeinsel „Kreissaltenheim Hohen Eichen“ in das Fernwärmenetz zzgl. Erschließung von Wärmesenken entlang des Weges.

⁴ Die Stromkennzahl ist das Verhältnis der elektrischen Leistung zur genutzten Wärmeleistung. Sie wird unterschieden von der Stromzahl als Verhältnis der elektrischen Leistung zur eingebrachten Wärmeleistung.

- Einbindung von Nahwärmenetzen 5 (Projekt-Nr.:105)
Die Einbindung der Nahwärmeinsel „Altenheim Am Dolzer Teich“ in das Fernwärmenetz zzgl. Erschließung von Wärmesenken entlang des Weges.
- Ausbau des Fernwärmenetzes 1 (Projekt-Nr.:111)
Das Fernwärmenetz wird in den Bereich „Detmolder Südstadt“ erweitert. Die Baustruktur stellt hier Altbauten sowie weitere größere Wärmeabnehmer bereit.
- Ausbau des Fernwärmenetzes 2 (Projekt-Nr.:112)
Das Fernwärmenetz wird um den Bereich „Siegfriedstraße“ erweitert.
- Verlängerung von Vollwartungsverträgen von BHKWs (Projekt-Nr.:121)
Bei insgesamt 11 BHKWs der Stadtwerke Detmold werden bis 2012 Vollwartungsverträge ausgelaufen sein. Es wird geprüft, ob diese verlängert werden sollten.
- Substitution von BHKWs (Projekt-Nr.:122)
Es wird geprüft, ob die 11 BHKWs aus 110 durch wenige größere ersetzt werden.
- Einkauf von Wärme aus einem größeren Heizkraftwerk (Projekt-Nr.:123)
Ein Einkauf von Wärme oder eine Beteiligung an einem Heizkraftwerk außerhalb des Fernwärmenetzes wird geprüft.

Wärmeversorgung von Objekten mit BHKWs

- Größeres Seniorenwohnheim (Projekt-Nr.:151)
- Blindenheim in Heidenoldendorf (Projekt-Nr.:152)
- Zahnradfabrik Brinkmann (Projekt-Nr.:153)
- Lebenshilfe und diakonisches Altenheim in Hiddesen (Projekt-Nr.:154)
- Bundesanstalt für Getreideforschung (Projekt-Nr.:155)
- Institut Sankt Bonifacius (Öl/Holz) (Projekt-Nr.:156)
- Freibad Fischerteich / Kusselbergschule (Projekt-Nr.:157)
- Freibad Berlebeck / Hauptschule Heidenoldendorf / Kindergarten Niedernfeld Weg (Projekt-Nr.:158)
- Haus der Diakonie / Lage (Projekt-Nr.:159)

- Neubau der Nahwärmeinsel / Anbindung an das Fernwärmenetz Siedlung Kessemeierweg (Projekt-Nr.:171)

Die Siedlung Kessemeierweg verfügt über elektrische Direktheizungen. Ein Nahwärmenetz oder eine Anbindung an das Fernwärmenetz inkl. einer Erweiterung in die umliegenden Bereiche hat daher einen großen wirtschaftlichen und ökologischen Effekt.

- Neubau der Nahwärmeinsel Benten/Lenauweg/Hasselbachgrundschule (Projekt-Nr.:172)

Die Gebäude in den Straßenzügen verfügen über elektrische Direktheizungen. Ein Nahwärmenetz inkl. einer Erweiterung in die umliegenden Bereiche hat daher einen großen wirtschaftlichen und ökologischen Effekt.

- Neubau von Nahwärmeinsel Grundschule Jerxen Orbke und Umgebung (Projekt-Nr.:173)

- Neubau von Nahwärmeinsel Heidenoldendorf (Adolf-Meier-Straße) und Umgebung (Projekt-Nr.:174)

- Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung (Projekt-Nr.:181)

Für die Substitution von Heizkesseln in kleinen Gebäuden gibt es μ KWK-Geräte, die Strom und Wärme mit geringen Leistungen erzeugen. Die Versorgung von einzelnen Objekten mit ausgewählten μ KWK-Geräten wird geprüft.

2.2 Windenergie

- Inlands-Windkraftanlage (Projekt-Nr.:201)

Der Bau oder Betrieb einer Binnenland-Windkraftanlage im Raum Detmold wird überprüft. Eine Bewertung erfolgt anhand einer bereits realisierten Vergleichsanlage.

- Offshore-Windkraftanlage (Projekt-Nr.:202)

Windkraftanlagen auf See oder in Küstennähe besitzen den Vorteil günstiger Windverhältnisse. Für die so genannten Offshore-Windkraftanlagen wurden mehrere Standorte ausgewiesen. Die Stadtwerke Detmold beteiligen sich an der Offshore-Windkraftanlage Borkum-West-2. Auf der Grundlage dieser Beteiligung wird eine weitere Investition in Offshore-Windkraftanlagen geprüft.

2.3 Biomasse

2.3.1 Hintergrund

Die energetische Nutzung von Biomasse stellt eine CO₂-neutrale Möglichkeit der Energiegewinnung dar. Bei der Nutzung von Biomasse wird eine in der Biomasse gespeicherte Menge CO₂ frei, welche beim Wachstum der Pflanze aus der Atmosphäre aufgenommen wurde und bei der Fäulnis der Biomasse über einen längeren Zeitraum ohnehin in die Atmosphäre abgegeben würde.

2.3.2 Projektliste Biomasse

- Wärmegewinn durch Biomasse (Projekt-Nr.:301)

Biomasse kann in Kesseln/Öfen in Wärme gewandelt werden. Dies ist bei einer Holzhackschnitzelfeuerung der Fall, wie sie in Detmold bereits in Betrieb ist. Ein Aus-/Neubau einer Hackschnitzelfeuerung wird untersucht.

- Bau eines Holzheizkraftwerks (Projekt-Nr.:302)
Eine mögliche regenerative Strom- und Wärmequelle stellt ein ORC-Holzheizkraftwerk⁵ dar.
- Holz-Synthesegas (Projekt-Nr.:303)
Zur energetischen Nutzung von Holz existiert ein neueres Verfahren, bei dem Holz in einer Ofenanlage zunächst in ein Synthesegas umgewandelt wird, das in einem Gasmotor verstromt wird. Gleichzeitig kann auch Fernwärme aus dem Prozess ausgekoppelt werden. Zu diesem Prozess existieren bereits Vergleichsanlagen. Eine derartige Anlage soll im Rahmen des Vorhabens vorprojektiert und in die vergleichende Bewertung mit einbezogen werden.
- Pelletheizung (Projekt-Nr.:304)
In kleineren Häusern ist die Verbrennung von Holzpellets möglich. Dies sind genormte gepresste und getrocknete Holzspanstückchen, die in Heizkesseln verbrannt werden können, um unabhängig von Versorgungsleitungen Nutzwärme zu erzeugen.
- Biogasanlage (Projekt-Nr.:305)

⁵ ORC: Organic-Rankine-Cycle: kleineres Kraftwerk, welches gut zur Stromerzeugung aus Festbrennstoffen geeignet ist. Ein ORC-Holzheizkraftwerk wird seit Dezember 2005 von den Stadtwerken Oerlinghausen betrieben.

In einer Biogasanlage vergärt Biomasse unter kontrollierten Bedingungen. Als Produkt wird ein brennbares Gas frei, welches in BHKWs in Strom und Wärme verwandelt werden kann. Im Rahmen des Projektes soll ein Neubau einer Anlage bewertet werden.

- Biogasaufbereitung (Projekt-Nr.:306)

Das in einer Biogasanlage erzeugte Gasgemisch kann auf Erdgasqualität aufbereitet und ins Gasnetz eingespeist werden, um dann wahlweise als CO₂-neutrales Erdgas verwendet oder verkauft zu werden. Die Investition in eine Biogasaufbereitung soll bewertet werden.

- Pflanzenöl-BHKW (Projekt-Nr.:307)

Ein BHKW kann mit dem flüssigen Brennstoff Pflanzenöl betrieben werden. Der Vorteil liegt nicht nur in der CO₂-neutralität sondern auch in der einfachen und leitungslosen Transportmöglichkeit des Brennstoffes.

2.4 Solarenergie

2.4.1 Hintergrund

Solaranlagen wandeln Sonnenlicht direkt in elektrischen Strom oder Wärme. Die Größe von Solaranlagen kann durch die variable Anzahl der Kollektoren beliebig sein. Aus diesem Grund sollen exemplarisch Anlagen unterschiedlicher Größe bewertet werden, ohne zunächst konkrete Standortdetails zu berücksichtigen.

2.4.2 Projektliste Solarenergie

- Photovoltaikanlage 1 (Projekt-Nr.:401)

Untersucht wird eine Photovoltaikanlage von 10kW installierter Leistung, wie sie auf kleineren Wohnhäusern mit 100m² nutzbarer Kollektorfläche Richtung Süden installiert werden kann.

- Photovoltaikanlage 2 (Projekt-Nr.:402)

Eine Photovoltaikanlage von 70kW installierter Leistung kann auf größeren Gebäuden installiert werden. Die festen Kosten von benötigten Bauteilen führen gegenüber der Fläche hier zu einer Senkung der Gesamtkosten pro installierter Leistung. Eine Spitzenleistung von 70kW kann ohne weiters ins Stromnetz eingespeist werden. Die benötigte Kollektorfläche beträgt etwa 500m².

- **Photovoltaikanlage 3 (Projekt-Nr.:403)**

Eine größer dimensionierte Photovoltaikanlage als 402 bedarf eines zusätzlichen Transformators, um die bei Vollast erzeugte elektrische Energie ins Mittelspannungsnetz einspeisen zu können. Hierdurch entstehen zusätzliche Kosten.

Zur Bewertung wird eine Anlage mit 500kW installierter Leistung herangezogen. Diese kann wahlweise auf Gebäuden oder freistehend installiert sein.
- **Solarthermie (Projekt-Nr.:411)**

Die Beheizung oder Warmwasserbereitung von Gebäuden kann durch die Nutzung von Solarthermieanlagen unterstützt werden. Diese wandeln Sonnenenergie in Wärme um. Solarthermieanlagen unterliegen jedoch einem sehr ausgeprägtem Tages- und Jahresgang und können daher nur zur Unterstützung von bestehenden Heizanlagen eingesetzt werden. Die Auswirkungen des Tagesganges lassen sich jedoch durch Wärmespeicherung minimieren. Als Teilergebnis sei vorweggenommen, dass solar erzeugte Wärme sich nicht sinnvoll in das Detmolder Fernwärmenetz einspeisen lässt. Denkbar sind aber andere Nutzungsformen, etwa zur Brauchwassererwärmung oder auch zur Heizungsunterstützung.

2.5 Wärmepumpenanwendungen

2.5.1 Projektliste Wärmepumpenanwendungen

- **Luft-Wärmepumpe (Projekt-Nr.:501)**

Zur Beheizung von Gebäuden oder zur Warmwasserbereitung können Wärmepumpen genutzt werden, die unter Zuhilfenahme von elektrischem Strom der Umgebungsluft Wärme entziehen (die Umgebungsluft abkühlen). Die Realisierung einer solchen Anlage ist in kleineren Wohnhäusern denkbar.
- **Erd-Wärmepumpe (Projekt-Nr.:502)**

Eine Wärmepumpe kann ebenfalls genutzt werden, um dem Erdreich Wärme zu entziehen. Dies verspricht eine größere Wärmeausbeute, zieht jedoch auch erhöhte Investitionskosten nach sich. Zur Verfügung stehen hier eine Tiefenbohrung ins Erdreich oder die Nutzung einer größeren Fläche.

- Gewässer-Wärmepumpe (Projekt-Nr.:503)
Geprüft wird der Einsatz einer Wärmepumpe mit einem offenen Gewässer als Wärmequelle.
- Solar-Wärmepumpe (Projekt-Nr.:504)
Der Betrieb einer Wärmepumpe mit einem Solar beheizten Speicher als Wärmequelle wird geprüft.

3. Kriterien

3.1 Kennzahlen

3.1.1 Bezogene CO₂-Einsparung

Eine mögliche Kennzahl zur Charakterisierung von energieerzeugenden Anlagen, bzw. der ökologischen Effektivität ist das Verhältnis der durch eine Maßnahme erreichten Reduzierung der CO₂-Emissionen zu den erforderlichen Investitionskosten.

Durch diese Verhältniszahl wird direkt dem Ziel Rechnung getragen, CO₂-Emissionsmindernde Maßnahmen im Sinne einer Klimaschutzpolitik einsetzen zu wollen.

Die durch eine Maßnahme erreichte CO₂-Einsparung erfolgt durch eine technische Betrachtung. Ermittelt wird die spezifische Emission, d.h. die emittierte CO₂-Menge wird bezogen auf die erzeugte Nutzenergie W (hier: Strom oder Wärme). Als Vergleichsgröße wird der Durchschnitt der bundesdeutschen Wärmekraftwerke bei der Stromerzeugung oder der durchschnittlich vorhandene Erdgaskessel herangezogen. Die bezogene CO₂-Minderung besitzt die physikalische Einheit

$$m^* = \frac{m_{\text{CO}_2}}{W} \quad [\text{kg/kWh}] \quad (3.1)$$

3.1.2 Bezogene Investitionskosten

Die Investitionskosten verschiedener Vorhaben können nicht direkt miteinander verglichen werden, da die verschiedenen Techniken unterschiedliche Lebensdauern besitzen. Die Vergleichbarkeit der Investitionskosten kann durch Verwendung des Annuitätenverfahrens erreicht werden.

Bei diesem Verfahren werden für ein konkretes Projekt die Beschaffungskosten durch ein fiktives Darlehen finanziert. Der Finanzbedarf (Anfangsschuld S_0 [€]) wird durch Vorprojektion ermittelt. Die Darlehensbedingungen bestehen aus einem konstanten Zinssatz α [% p.a.] sowie einer Abschreibungsdauer [Jahre] und erlauben die Berechnung der Annuität (hier als Rate bezeichnet) R [€/Jahr].

Bei der Festlegung des Zinssatzes wird ein einheitlicher, mittlerer Zinssatz aus Eigen- und Fremdkapitalfinanzierung mit $\alpha = 5,5$ % p.a. gewählt. Die Wahl eines einheitlichen Zinssatzes ist zweckmäßig, um die Vergleichbarkeit zwischen Projekten zu gewährleisten. Ansonsten

würden Projekte mit überdurchschnittlichem Eigenkapitalanteil wegen des regelmäßig niedrigen Eigenkapitalzinssatzes stets vorrangige Projekte darstellen.

Die jeweils gewählte Abschreibungsdauer orientiert sich an der zu erwartenden Lebensdauer einer Investition. Einheitlich wird die 0,8-fache Lebensdauer gewählt. Die Abschreibungsdauer wird geringer als die zu erwartende Lebensdauer gewählt, da letztere durch die 50%-Ausfallwahrscheinlichkeit gekennzeichnet ist. Bei Wahl der Lebensdauer als Abschreibungszeit würden nur die Hälfte aller Investitionen das Abschreibungsende erreichen. Der Faktor 0,8 erzeugt hingegen eine sehr seriöse Vergleichsbasis.

Die Rate R [€/a] kann auf die erzeugte Jahresarbeit W [kWh/Jahr] bezogen werden, was zur sog. "bezogenen Rate" R^* [€/kWh] führt. Dabei handelt es sich um die Geldmenge, die zur Erzeugung einer kWh Energie aufzuwenden ist.

$$R^* = \frac{R}{W} \quad [\text{€/kWh}] \quad (3.2)$$

3.1.3 Spezifische CO₂-Einsparung

Als wichtigste Kennzahl K_1 wird die spezifische CO₂-Einsparung definiert. Dabei handelt es sich um das Verhältnis der bezogenen CO₂-Einsparung [kg CO₂ / kWh] und der bezogenen Investitionskosten [€/kWh].

$$K_1 = \frac{m^*}{R^*} = \frac{m_{\text{CO}_2}/W}{R/W} \quad [\text{kg/€}] \quad (3.3)$$

Anschaulich handelt es sich dabei um die jährlich eingesparte CO₂-Emission zur jährlich einzusetzenden Geldmenge. Es handelt sich dabei um ein direktes Maß für die Wirksamkeit einer Investition in Bezug auf die Erreichung des Klimaschutzziels CO₂-Minderung. Berücksichtigt werden sowohl technisch als auch wirtschaftlich relevante Einzelheiten.

3.2 Wirtschaftlichkeit

Auch im Rahmen des Klimaschutzprogramms durchzuführende Investitionsvorhaben sollten wirtschaftlich sein. Dies ist erfüllt, wenn die Summe der jährlichen Erlöse höher ist als die Summe der zu erwartenden Kosten (Annuität, Wartung, Brennstoffkosten, etc.).

Die Überwachung dieses Kriteriums ist nicht einfach wegen der schwachen Definition der „jährlichen Erlöse“. Der Erlös setzt sich aus einem Preis und einer zu erwartenden Jahresarbeit (prognostizierte Volllaststunden) zusammen. Ferner besteht die übliche Unsicherheit über die Kostenentwicklung.

Zur praktischen Anwendung des Kriteriums ist es erforderlich, gewisse Vereinfachungen einzusetzen. Erlöse sollen als durchschnittliche Endkundenpreise bzw. durch gesetzlich regulierte Preise (EEG-Einspeisevergütung) eingesetzt werden. Die Jahresarbeiten werden unter Verwendung durchschnittlicher Erfahrungswerte ermittelt.

Projekte mit geringer oder nicht gegebener Wirtschaftlichkeit sollten nicht durchgeführt werden oder nur in einem kleinen Umfang (Demo-Anlage).

3.3 Weiche Kriterien

Als weiche Faktoren werden Eigenschaften von Projekten bezeichnet, die sich nicht durch Zahlenwerte messen lassen, aber dennoch zur Entscheidungsfindung beitragen. Sie werden mit einer einfachen Bewertung erfasst:

- *: negative Auswirkung eines Projektes
- ** : neutrale Auswirkung eines Projektes
- ***: positive Auswirkung eines Projektes

Weiche Faktoren sind:

- Beschäftigungswirksamkeit: Es ist denkbar, dass ein Projekt auf die kurz- oder langfristige Beschäftigung von Mitarbeitern Einfluss hat. Vorteilhaft ist die Schaffung von regional verankerten Arbeitsplätzen.
- Drittmittel: Projekte können über Drittmittel finanzierbar sein. Diese Drittmittel könnten zum Beispiel Förderungen vom Bund oder Land darstellen. Ebenfalls kann an dieser Stelle die Berechtigung für zinsverbilligte Darlehen (z.B. KfW) genannt werden. Schließlich ist die Schaffung der Möglichkeit von Investitionsbeteiligungen an einzelnen Vorhaben z.B. durch Detmolder Bürger sinnvoll. Projekte mit entsprechenden Gestaltungsmöglichkeiten sollten bei der Bewertung einen Bonus erhalten.
- Risiken: Gelegentlich verfügen Projekte über besondere erkennbare Risiken. Zu nennen sind hier beispielsweise unternehmerische Risiken, ökologische Risiken

(z.B. Gewässerschutz) oder auch z.B. Risiken durch erkennbar eingeschränkte Versorgungssicherheit (z.B. Rohstoffverfügbarkeit).

3.4 Bewertungsverfahren

Diese Kennzahlen und Faktoren stellen nach derzeitigem Stand die Grundlage zur Bewertung der Klimaschutzprojekte dar. Es ist vorgesehen, einzelne Projekte zu bewerten und einem Vergleich zu unterziehen. Dies führt bei einer geschlossenen Projektliste zu der Möglichkeit, einzelne Projekte zu favorisieren, ohne bereits die gesamte Liste in eine Prioritätenliste umzuwandeln. Der Vorteil an der Vorgehensweise ist, dass die so ermittelten bevorzugten Projekte zeitnah angegangen werden können und Priorisierungen im hinteren Teil der Liste zu einem späteren Zeitpunkt vorgenommen werden können. Damit ergibt sich auch die Möglichkeit der Fortschreibung des Klimaschutzprogramms. Eine sinnvolle Anpassung, Erweiterung oder Kürzung der Bewertungskriterien bleibt damit vorbehalten.

Die aus der Bewertung hervorgehenden Kennzahlen dienen lediglich der Klassifizierung und dürfen nur unter Vorbehalt zur Berechnung von real erreichbaren CO₂-Einsparungen oder Investitions-, Gewinn- oder Verlustsummen herangezogen werden!

4. Kennzahlen

Bei den folgenden Berechnungen werden Zahlenwerte aus diversen Quellen herangezogen. Sie sind im Folgenden kurz erläutert. Die ausführliche Berechnung ist im Anhang hinterlegt.

4.1 spezifische CO₂-Emission bei Gasverbrennung

Die Verbrennung von Erdgas der Qualität H führt zu einer CO₂-Emission von 2,48 kg_{CO2}/kg_{Erdgas} bei einer Energiefreisetzung von 43,65 MJ/kg bezogen auf den unteren Heizwert. Dies zieht eine CO₂-Emission von 57 g_{CO2}/MJ oder **205 g_{CO2}/kWh** nach sich.

4.2 spezifische CO₂-Emission bei der aktuellen Erzeugung von Strom

Der in Deutschland produzierte und verbrauchte Strom hat eine durchschnittliche CO₂-Belastung von **538 g_{CO2}/kWh**. Dieser Wert beruht auf einer Studie der Prognos AG im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit aus dem Jahr 2003 auf Grundlage des deutschen Kraftwerksparks aus dem Jahr 2002. [ISI05]

4.3 spezifische CO₂-Emission erneuerbarer Energien

Beim Bau, bei der Wartung und bei der Versorgung mit Brennstoffen von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien wird CO₂ emittiert. Diese CO₂-Emission ist, bezogen auf die erzeugte elektrische Energie und die Art der Energieerzeugung, bekannt. Bei einer reinen Wärmeanwendung ist sie durch den Wirkungsgrad abschätzbar.

Tabelle 4.1:
CO₂-Emissionen
erneuerbarer Ener-
gieformen [ISI05]

Studie	DLR	EWI	TUM
Einheit	g/kWh _{el}	g/kWh _{el}	g/kWh _{el}
Wasser	10 – 13	14,89	35
Wind (on/offshore)	11 / 9	37,91 / 39,20	27 / 23
Fotovoltaik	104	235,44	210
Geothermie	41	9,78	5
Solarthermie	14		
Biomasse	27 - 86	2,55	64
Biogas	-580*	-456,27*	
Deponiegas		5,53	
Klärgas		5,31	
Grubengas		2,94	

* vermiedene Methanemissionen

Bei der folgenden Berechnung werden die Werte der drei Studien gemittelt. Der angegebene Wert für Biogas beruht auf einer für die folgende Berechnung irrelevanten Annahme und wird durch den für Biomasse ersetzt.

4.4 Kapitalverzinsung

Die Verzinsung von Guthaben oder Darlehen beträgt **5,5%**. (p.a.)[SWD08]

4.5 Wohnhaus

Bei kleineren Anlagen, die zur Versorgung von kleineren Gebäuden geeignet sind, wird ein Referenz-Wohnhaus mit einem Erdgasverbrauch von **30.000 kWh/Jahr** und einem Referenz-Erdgaskessel mit einem Wirkungsgrad von **80%** bezogen auf den unteren Heizwert verwendet. [SWD08]

4.6 Vergütungen

4.6.1 Erneuerbare Energien

Der Gesetzgeber hat die Vergütungen für Strom aus regenerativen Energiequellen im "Erneuerbare Energien Gesetz" [EEG09], gültig ab dem Jahr 2009, festgelegt. Hierauf basiert die Berechnung der Erlöse aus der Produktion von regenerativem Strom.

4.6.2 Kraft-Wärme-Kopplungsstrom

Der Strom aus KWK-Anlagen unterliegt bei seiner Einspeisung oder Nutzung einer erhöhten Vergütung [KWK09]. Diese setzt sich je nach Anlagengröße zusammen aus:

1. Dem durchschnittlichen Strompreis der EEX von z.zt. 7,5 ct/kWh_{el}.
2. Einem gesetzlichen Zuschlag von 5,11 ct/kWh_{el} für 10 Jahre ab der Inbetriebnahme bei Anlagen bis 50 kW_{el}, 2,1 ct/kWh_{el} bei Anlagen mit 50...2000 kW_{el} für 6 Jahre. Ist die Lebensdauer der Anlage höher als die Förderlänge, wird ein der Lebensdauer angepasster Wert verwendet.
3. Den vermiedenen Netznutzungskosten von 0,6 ct/kWh_{el}.
4. Der Gutschrift der Stromsteuer von 2 ct/kWh_{el}.

Als Summe wird eine Vergütung von 12,2 ct/kWh_{el} bzw. 15,2 ct/kWh_{el} festgelegt. Die Vergütung der 50..2000 kW Klasse wird bei einer Lebensdauer von 8 Jahren auf 11,7 ct/kWh_{el} festgelegt.

4.7 Anlagenkennwerte

Die Kennwerte der verschiedenen Anlagen beruhen wahlweise auf realisierten Anlagen, Produktinformationen von Herstellern oder bekannten spezifischen Werten. Diese spezifischen Werte sind:

- Die Kosten eines BHKWs betragen 750..1500 €/kW_{el}
- Die Kosten für Vollwartungsverträge betragen 0,8..2 ct/kWh_{el}
- Die Kosten von Fernwärmeleitungen betragen 400 €/m
- Die Kosten eines Fernwärme-Hausanschlusses betragen 3500 €
- Die angenommene Anschlussdichte an die Fernwärmeversorgung beträgt 50..70%. Diese kann durch politische Vorgaben und werbewirksame Maßnahmen noch weiter gesteigert werden. Vorerst wird konservativ mit 50% gerechnet.

Ein 2 MW BHKW hat die Kennzahlen

- Stromzahl 40%
- Wärmezahl 50%
- Stromkennzahl 0,8
- Brennstoffnutzungsgrad 90%

alle bezogen auf H_u.

Kleinere BHKWs haben einen tendenziell schlechteren elektrischen Wirkungsgrad. Daher werden bei Objekt- und Nahwärme-BHKWs die Kennzahlen konkreter Anlagen verschiedener Hersteller herangezogen.

4.8 Wärmepreise

Der Verkaufserlös für Wärme beträgt 10 ct/kWh. Der Ergaspreis inkl. Steuer beträgt 6,4 ct/kWh. Bei einer KWK-Nutzung entfällt jedoch die Steuer und der Gaspreis beträgt 5,8 ct/kWh. [SWD08]

4.9 Strompreis

Der Strompreis des Endkunden beträgt 19 ct/kWh. [SWD08]

5. Kraft-Wärme-Kopplung-Projekte

5.1 Vorgehensweise

Die gute Weiterleitbarkeit von Strom im Netz führt bei KWK-Anlagen häufig zu einer Wärmeführung⁶. Das heißt, eine KWK-Anlage muss auf die Größe der vorliegenden Wärmesenke Q_{Nutz} [kWh/Jahr] abgestimmt werden. Als Erfahrungswert kann angenommen werden, dass ein BHKW richtig dimensioniert ist, wenn es 70% der Wärmesenke mit 6000 Volllaststunden pro Jahr bedienen kann. Dies führt zur Größe des benötigten BHKWs.

$$\dot{Q} = \frac{Q_{\text{Nutz}} \cdot 0,7}{6000} \quad [\text{kW}_{\text{therm}}] \quad (5.1)$$

Durch diese Information kann ein konkreter BHKW-Typ ausgewählt werden. Durch die vom Hersteller angegebene Wärmezahl⁷ η_{W} kann auf den Brennstoffbedarf geschlossen werden, der als Brennstoffleistung \dot{Q}_{Br} [kW] oder als Brennstoffmassenstrom angegeben wird.

$$\dot{Q}_{\text{Br}} = \frac{\dot{Q}_{\text{Nutz}}}{\eta_{\text{W}}} \quad (5.2)$$

Somit liegt ebenfalls die elektrische Leistung P_{el} fest.

$$P_{\text{el}} = \dot{Q}_{\text{Br}} \cdot \eta_{\text{S}} \quad (5.3)$$

Darin bedeutet η_{S} die Stromzahl⁸. Aus dem Wärmestrom und der elektrischen Leistung kann die elektrische und thermische Jahresarbeit bestimmt werden. Diese liefern mit den in Kap. 4. genannten Werten für die spezifischen Emissionen die absolute CO₂-Emission. Bei Anlagen mit ausschließlicher Wärmeerzeugung wird der durchschnittliche Kesselwirkungsgrad berücksichtigt. Die eingesparte CO₂-Emission ergibt sich als Differenz der Emission bei Anwendung konventioneller Techniken und der berechneten Emission bei Durchführung eines bestimmten Teilprojektes. Die eingesparte CO₂-Emission wird jedem einzelnen Projekt direkt zugeordnet.

Zu der nach 3.1.2 ermittelten Rate⁹ werden die jährlichen Kosten für die Wartung addiert. Das Verhältnis der eingesparten CO₂-Menge zur Summe aus Rate und Wartungskosten führt zur Kennzahl K_1 .

Die Überprüfung der gegebenen Wirtschaftlichkeit erfolgt durch die Subtraktion der Kosten von den Erlösen:

6 Wärmeführung: Die benötigte Wärme bestimmt den Betriebszustand der Anlage, nicht der benötigte Strom.

7 Wärmezahl = Wärmeleistung / Brennstoffleistung, bezogen auf unteren Heizwert

8 Stromzahl = elektrische Leistung/Brennstoffleistung, ebenfalls bezogenen auf unteren Heizwert.

9 Die Rate [€/a] wird auch als Annuität bezeichnet.

Überschuss = Erlös Strom + Erlös Wärme - Kosten Brennstoff - Kosten Wartung – Rate

Es sei darauf hingewiesen, dass die Erzeugung von Wärme selbstverständlich an die tatsächliche Bereitstellung bzw. Schaffung einer Wärmesenke gebunden ist.

5.2 Ergebnisse

Die Projekte 101 bis 112 stellen eine Erweiterung des Fernwärmenetzes dar. Sie weisen folgende Kennzahlen K_1 auf:

Projekt 101: **4,37 kg/€**

Projekt 102: **4,93 kg/€**

Projekt 103: **3,66 kg/€**

Projekt 104: **2,97 kg/€**

Projekt 111: **4,38 kg/€**

Projekt 112: **2,41 kg/€**

Das Projekt 105 weist keine CO₂-Einsparung auf, da der entsprechende Fernwärmestrang keine neue Wärmesenke erschließt. Die Projekte 104, 105, und 112 sind unter den zu Grunde gelegten Gesichtspunkten nicht wirtschaftlich. Um dies eventuell zu widerlegen, muss eine präzisere Rechnung oder eine höhere Anschlussdichte herangezogen werden.

Eine Förderung durch zinsgünstige Darlehen ist möglich. (**)

Das Risiko ist durch die bewährte Technik gering. (***)

Es werden durch den Ausbau der Fernwärmeleitung und die benötigten Hausanschlüsse regionale Arbeitsplätze geschaffen. (***)

Dies führt zu einer Summe von **8***.

Bei den denkbaren Projekten zur Bedienung der Wärmesenken hat sich der Bezug von Wärme von einem größeren Heizkraftwerk als optimal herausgestellt.

Projekt 121: **14,02 kg/€**

Projekt 122: **9,25 kg/€**

Projekt 123: **110,53 kg/€**

Die Versorgung von Objekten mit BHKWs hat sich bei denen, die einen Gasanschluss haben, als sinnvoll erwiesen.

Projekt 151: **7,13 kg/€**

Projekt 152: **6,21 kg/€**

Projekt 153: **6,41 kg/€**

Projekt 154: **4,81 kg/€**

Projekt 155: **5,75 kg/€**

Projekt 157: **4,74 kg/€**

Projekt 158: **5,13 kg/€**

Das zu erwartenden Risiko ist gering. (***) Eine Förderung durch zinsgünstige Darlehen oder die Übernahme der Projekte durch die Objekte sind denkbar. (***) Eine positive Auswirkung auf die regionale Beschäftigung ist gering. (*) Summe **7***.

Die Projekte 156 und 159 werden mangels Anbindung an das Erdgasnetz durch Holzhack-schnitzelfeuerungen mit Wärme versorgt.

Projekt 156: **6,56 kg/€**

Projekt 159: **9,18 kg/€**

Die Bewertung der weichen Kriterien entspricht der der Objekt BHKWs (**7***).

Die Projekte 151 bis 159 sind jeweils wirtschaftlich und erwirtschaften einen Überschuss.

Die Projekte 171 bis 174 führen zu folgenden K₁-Werten

Projekt 171: **6,29 kg/€**

Projekt 172: **4,77 kg/€**

Projekt 173: **2,95 kg/€**

Projekt 174: **2,91 kg/€**

Die Projekte 171 und 172 werfen nach dieser Rechnung keinen Gewinn ab. Eine erhöhte Anschlussdichte kann dies jedoch ändern. Durch die in diesen Bereichen vorkommenden elektrischen Direktheizungen entsteht für die Installation in den Häusern sehr viel regionale Arbeit. (***) Das Risiko ist gering, es könnte jedoch zu Widerstand durch den nötigen Umbau der Wohnhäuser kommen. (*) Eine Förderung durch zinsgünstige Darlehen ist möglich. (**) Summe **6***.

Die Projekte 173 und 174 sind entsprechend der Fernwärmeprojekte zu bewerten. **8***

Die Installation von μ KWK-Geräten ist unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht tragbar. Der K₁-Wert liegt im Maximum bei **0,94 kg/€** Das Projekt weist jedoch eine hohe Beschäftigungswirksamkeit auf (***) und wird speziell durch zinsgünstige Darlehen und das KWK-

Gesetz gefördert (***). Die teilweise unerprobte Technik kann jedoch zu Problemen führen.

(*) Summe 7*.

Im Zusammenhang mit der μ KWK ist anzumerken, dass es sich dabei teilweise um junge Techniken handelt. Es ist zu erwarten, dass die Herstellungspreise zukünftig noch sinken werden und dann vermutlich konkurrenzfähig mit anderen Versorgungstechniken sein werden. Damit können auch diese Anlagen einen Beitrag zur CO₂-Reduktion leisten, und zwar dort, wo z.B. der Einsatz von größeren BHKW technisch nicht möglich ist.

Bei Anwendung der definierten Kriterien ergibt sich für diese Technik nur eine mittlere Priorität.

6. Windenergie

Die Nutzung von Windenergie wurde an zwei konkreten Beispielen untersucht. Zum einen am Beispiel einer Binnenland-Windkraftanlage, die in Detmold zum Verkauf steht und zum anderen an einem Anteil am Offshore-Windpark Borkum-West II. Die Vorgehensweise der Berechnung ist identisch. Unterschiede ergeben sich lediglich in der spezifischen Investitionssumme, den Volllaststunden und der Vergütung nach EEG. So ist die erzeugte elektrische Energie nur sehr gering mit einer CO₂-Emission durch Herstellung und Wartung belastet. Die Differenz gegenüber der konventionellen Stromerzeugung entspricht der Einsparung. So ergeben sich als K₁-Faktoren für die Binnenland-Windkraftanlage **8,9kg/€** und für die Offshore-Windkraftanlage **5,39kg/€**. Beide Anlagenarten werfen einen Überschuss ab.

Der Bau, die nötige Wartung und die spätere Entsorgung haben eine positive Auswirkung auf überregionale Arbeitsplätze. (**)

Eine Bezuschussung durch Drittmittel oder Investitionen Dritter ist denkbar. (***)

Auf Grund der unbekanntem Langzeitwirkung des Meeresklimas auf Windkraftanlagen stellt dieses ein erhöhtes Risiko dar. (*)

Die Binnenland-Windkraftanlage ist nahezu unbedenklich. (***)

Somit ergibt sich eine Summe von **6*** bei den weichen Faktoren der Offshore-Windkraftanlage und **8*** bei der Binnenland-Windkraftanlage.

7. Biomassenutzung

Die Nutzung von Biomasse ist in vielfältiger Weise möglich. Die Vorgehensweise der Berechnung ist weitgehend identisch mit der der KWK-Projekte. So ist mit der Wärme- oder Stromerzeugung mit Biomasse eine geringe CO₂-Emission durch Bau, Wartung und vor allem Transport verbunden. Die Verbrennung von Biomasse stellt sich dagegen CO₂-neutral dar, da das abgegebene CO₂ beim Wachstum der Pflanze aus der Luft aufgenommen wurde und bei der Fäulnis der Pflanze ohnehin in die Luft abgegeben würde.

7.1 Holzverbrennung

Die Verbrennung von Holz zur Erzeugung von Fernwärme führt zu einem K₁-Faktor von **10,81 kg/€** und wirft Überschuss ab. Das Risiko ist durch die einfache Technik sehr gering. (***) Die Versorgung mit Holz sichert Arbeitsplätze in der regionalen Forstwirtschaft. (***) Auch eine Förderung durch zinsgünstige Darlehen ist möglich. (***) Dies führt zu einer Summe von **8***.

7.2 ORC-Anlage

Die Erzeugung von Strom mit einer ORC-Anlage stellt ebenfalls eine sinnvolle Investition dar. Der K₁-Wert liegt bei **9,64 kg/€**. Das Risiko ist auf Grund von bereits realisierten und im Betrieb befindlichen Anlagen überschaubar. (***) Die Beschäftigung in der regionalen Forstwirtschaft ist ebenfalls von Vorteil. (***) Durch die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen und die Nutzung einer besonderen Technologie ist der Strombonus durch das EEG sehr groß. (***) Dies führt zu einer Summe von **8***.

7.3 Holzvergasung

Bei der Verbrennung von Holz verbrennt genaugenommen ein Gas, welches durch die Verbrennungswärme aus dem Holz austritt. Dieses Gas kann durch die Erwärmung von Holz gewonnen und wie jedes brennbare Gas als Brennstoff für einen Verbrennungsmotor verwendet werden. Eine Anlage dieser Art spart **10,18 kg/€CO₂** ein. Das Risiko der Anlage ist überschaubar, da die verfahrenstechnische Anwendung zwar erprobt ist, aber wenige Anlagen aktuell realisiert sind. (***) Durch die Stromerzeugung stehen diverse Förderungen und Boni zur Verfügung. (***) Wie bei den vorigen Projekten werden Arbeitsplätze in der regionalen Forstwirtschaft gesichert. (***) Dies führt zu einer Summe von **8***.

7.4 Pelletheizung

Eine Pelletheizung verfeuert Holz mit dem Komfort einer Gas oder Ölheizung und ist für kleine Wärmeverbraucher gedacht. Sie führt im Referenzwohnhaus zu einem K_1 -Wert von **3,19 kg/€** wirft aber keinen Überschuss ab. Dies relativiert sich evtl. bei Neubauten. Das Risiko ist gering. (***) Eine Förderung ist möglich, (**) und die Installation kann durch regionale Installateure erfolgen. (***) Dies führt zu einer Summe von **8***.

7.5 Biogasanlage

Eine Biogasanlage fängt das bei der Gärung von Biomasse entstehende Methan auf und stellt es für eine möglichst gleichzeitige Strom- und/oder Wärmeerzeugung bereit. Die Referenz-Biogasanlage [Wet--] führt zu einem K_1 -Faktor von **10,52 kg/€** Der Bau und die Versorgung einer Biogasanlage mit Biomasse sichern Arbeitsplätze im regionalen Anlagenbau und in der regionalen Landwirtschaft. (***) Eine Förderung durch zinsgünstige Darlehen und Boni durch das EEG sind gegeben. (***) Das Risiko ist überschaubar, lediglich die Geruchsbelästigung kann zu Ablehnungen führen (**). Summe: **8***

7.6 Biogasaufbereitung

Biogas besteht nach einer ersten Reinigung zu großen Anteilen aus Methan und CO_2 . Um Biogas in das Erdgasnetz einspeisen zu können, muss der CO_2 -Anteil nahezu beseitigt werden. Dies geschieht in einer Anlage zur Biogasaufbereitung. Das aufbereitete Biogas verdrängt nun Erdgas aus dem Erdgasnetz. Somit wird die Verbrennung einer bestimmten Erdgasmenge verhindert. Die berechnete Anlage hat einen K_1 -Wert von **9,31 kg/€** Die Versorgung der nahe gelegenen Biogasanlagen sichert Arbeitsplätze in der regionalen Landwirtschaft und überregional durch den Bau der Anlage (***) . Das Risiko ist Verhältnismäßig hoch, da bisher wenig Erfahrungswerte vorliegen. (*) Eine Förderung über zinsgünstige Darlehen und Boni durch das EEG stehen zur Verfügung. (***) Dies führt zu einer Summe von **7***.

7.7 Pflanzenöl BHKW

Die Verwendung von Pflanzenöl als BHKW-Treibstoff wurde nicht untersucht, da der Energiepreis von Pflanzenöl sich durch die starke Nutzung im Nutzfahrzeugbereich am Tankstellen-Dieselpreis orientiert und somit zur Zeit nicht wirtschaftlich mit anderen Energieformen bei der Strom und Wärmeerzeugung mithalten kann.

8. Solarenergie

Solare Strahlungsenergie lässt sich in vielfältiger Weise direkt¹⁰ nutzen. So sind zwei Arten der Nutzung weit verbreitet: Die Photovoltaik, welche solare Strahlung in elektrischen Strom umwandelt, und Solarthermie zur Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser.

8.1 Photovoltaik

Die mit einer Photovoltaikanlage erzeugte elektrische Energie unterliegt durch die aufwändige Fertigung und verhältnismäßig geringe Stromausbeute einer, für eine regenerative Energieform sehr hohen spezifischen CO₂-Emission von 183 g/kWh_{el}. Untersucht wurden drei Anlagen:

- 10 kW zur Installation auf Wohnhäusern und kleinen Gebäuden
- 70 kW zur Installation auf größeren Gebäuden. Der Wert 70 kW ist der Maximalwert, der in das Niederspannungsnetz eingespeist werden kann.
- 500 kW auf sehr großen Gebäuden oder auch freistehend. Bei dieser Anlagengröße ist jedoch ein zusätzlicher Transformator zur Einspeisung in Mittelspannungsnetz erforderlich.

Alle Anlagen führten zu einem K₁-Faktor von **0,61..0,66 kg/€** Jedoch wirft keine der Anlagen einen Überschuss ab.

Die Installation und Wartung von Photovoltaikanlagen kann durch regionale Betriebe erfolgen und ist daher sehr beschäftigungswirksam. (***)

Die verbreitete positive Meinung von Personen und der Prestigeeffekt erleichtern die Beschaffung von Geldmitteln oder die Auslagerung von Projekten an Externe. (***)

Ein nennenswertes Risiko besteht nur in der nicht gegebenen Wirtschaftlichkeit. (**)

Dies führt zu einer Summe von **8*** für die Photovoltaikprojekte.

8.2 Solarthermie

Die Unterstützung einer primären Heizung mit einer Solarthermieanlage am Beispiel des Wohnhauses führt zu einem K₁-Wert von **2,01 kg/€** Der Überschuss ist neutral. Dies kann sich aber bei einer genaueren Rechnung leicht ins Positive kehren. Die Bewertung der weichen Faktoren entspricht denen der Photovoltaikanlage. Lediglich das Risiko ist auf Grund der sehr trivialen Technik einer Solarthermieanlage noch geringer. (***) Dies führt zu einer Gesamtsumme von **9***.

10 Fast alle anderen verbreiteten, regenerativen Energieformen nutzen indirekt solare Strahlungsenergie

9. Wärmepumpenanwendungen

Wärmepumpen entziehen diversen Medien Energie, indem sie sie abkühlen. Hierfür benötigen sie in den meisten Fällen elektrische Energie. Eine CO₂-Einsparung ist gegeben, wenn die CO₂-Menge, mit der dieser Strom behaftet ist geringer ist, als die, die bei der Verbrennung einer entsprechenden Menge Erdgas freigesetzt wird. Als Medien stehen die Umgebungsluft, das Erdreich oder offene Gewässer, sowohl künstliche als auch natürliche, zur Verfügung. Das Verhältnis der elektrischen Energie zur thermischen Energie wird bei Wärmepumpen durch die Leistungsziffer ε angegeben.

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{Nutz}}}{W_{\text{el}}} \quad (9.1)$$

Diese kann gemittelt über ein Jahr bei Detmolder Klima mit 3 bei Luftwärmepumpen und 5 bei Erdwärmepumpen angenommen werden. Für die Abkühlung eines Gewässers wird eine Leistungsziffer von 4 angenommen, da die Temperatur des Mediums zwischen der des Erdreiches und, bei der Raumwärmeproduktion im Winter, der der Umgebungsluft liegt. Die Investitionskosten unterscheiden sich bei den Anwendungen sehr stark. So liegt die Investitionssumme einer Luftwärmepumpe bei etwa 12.000 €. Eine Erdwärmepumpe mit Tiefenbohrung kommt durch die hohen Kosten der Bohrung auf 27.000 €. Die Kosten der Gewässerwärmepumpe werden hingegen mit 15.000 € angenommen, da diese zusätzlich zur eigentlichen Wärmepumpe nur durch ein Rohrregister im Gewässer ergänzt werden muss.

Unterschieden wird weiterhin bei den drei Anwendungsformen, ob es sich um die Substitution eines Heizkessels handelt oder um einen Neubau, wobei hier auf die Investition in den Schornstein und den Heizkessel verzichtet werden kann. Dieser Schornstein wird mit 10.000 €, der Heizkessel mit 5.000 € angenommen.

Diese Überlegungen führen zu folgenden Ergebnissen für den Faktor K_1

Luftwärmepumpe	Projekt 501	1,00 kg/€
Erdwärmepumpe	Projekt 502	1,02 kg/€
Gewässerwärmepumpe	Projekt 503	1,56 kg/€

Alle Projekte werfen bei einem Neubau Gewinn ab, bei einem Altbau mit vorhandenem Schornstein nicht.

Die Beschäftigungswirksamkeit ist positiv, da die Installation durch regionale Installateure erfolgen kann. (***)

Das Risiko ist auf Grund der bewährten Technik minimal. (***) Lediglich die Gewässerabkühlung ist eine innovative Vorgehensweise mit wenig Erfahrungswerten. (**)

Eine Förderung ist möglich und kann durch die gegebene Wirtschaftlichkeit bei Neubauten auch durch externe Verbraucher realisiert werden. (***) Dies führt bei den Projekten 501 und 502 zu einer Summe von **9***, bei Projekt 503 zu **8***.

Die Gewinnung von Wärme aus einem solarbeheizten Speicher (Projekt 504) mit einer Wärmepumpe hat sich als technisch nicht sinnvoll herausgestellt und wurde daher nicht untersucht.

10. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Projekte lassen sich absteigend des K_1 -Faktors ordnen:

Projekt-Nr.	Name	K_1 / (kg/€)	Beschäftigung	Risiko	Förderung	Summe
123	Wärme aus Heizkraftwerk	110,53	2	3	2	7
121	Verl. Verträge	14,02	1	3	2	6
301	Holzheizwerk	10,81	3	3	2	8
305	Biogas	10,52	3	2	3	8
302	ORC	9,64	3	2	3	8
306	Biogasaufbereitung	9,31	3	1	3	7
122	Neubau Ausläufer	9,25	2	3	2	7
159	Haus der Diakonie Lage	9,18	1	3	2	6
201	Binnen WKA	8,9	2	3	3	8
151	Größeres Seniorenwohnh.	7,13	1	3	2	6
156	Sankt Bonifatius	6,56	1	3	2	6
171	Nahwärmeinsel Kessemeierweg	6,29	3	3	2	8
152	Blindenheim	6,21	1	3	2	6
303	Holz-Synthesegas	6,19	3	2	3	8
153	Brinkmann	6,14	1	3	2	6
155	Getreide	5,75	1	3	2	6
202	Offshore WKA	5,39	2	1	3	6
158	Berlebeck	5,13	1	3	2	6
102	Nahwärmeeinbindung	4,93	3	3	2	8
154	Lebenshilfe	4,81	1	3	2	6
172	Hasselbachgrundschule	4,77	3	3	2	8
157	Fischerteich	4,74	1	3	2	6
111	Fernwärmeerweiterung	4,38	3	3	2	8
101	Nahwärmeeinbindung	4,37	3	3	2	8
103	Nahwärmeeinbindung	3,66	3	3	2	8
304	Pellets	3,19	3	3	2	8
104	Nahwärmeeinbindung	2,97	3	3	2	8
173	Jerxen-Orbke	2,95	3	3	2	8
174	Heidenoldendorf	2,91	3	3	2	8
112	Fernwärmeerweiterung	2,41	3	3	2	8
411	Solarthermie	2,01	3	3	3	9
503	Wasserwärmepumpe	1,56	3	2	3	8

Projekt-Nr.	Name	K1/ (kg/€)	Beschäftigung	Risiko	Förderung	Summe
502	Erdwärmepumpe	1,02	3	3	3	9
501	Luftwärmepumpe	1	3	3	3	9
181	µKWK	0,94	3	1	3	7
403	Photovoltaik	0,66	3	2	3	8
402	Photovoltaik	0,66	3	2	3	8
401	Photovoltaik	0,61	3	2	3	8

11. Maßnahmenpakete

Zur Erreichung der Vorgaben wurden 3 Maßnahmenpakete erstellt und bewertet.

Paket 1: Das Fernwärmenetz wird ausgebaut. Zur Versorgung der Wärmeabnehmer werden erdgasbetriebene BHKWs der 2 MW Klasse verwendet. Als Folgen können 21% des in das Detmolder Netz eingespeisten Stroms durch Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt werden. Durch diese Maßnahme ist die Wärmesenke jedoch besetzt. Zur Erzeugung von regenerativem Strom muss daher auf Systeme ohne Nutzwärmeabgabe zurückgegriffen werden. Als sinnvolle Alternative stehen hierfür nur Windkraftanlagen zur Verfügung. Eine Erhöhung des regenerativen Wärmeanteils ist durch die besetzte Wärmesenke durch Aktivitäten der Stadtwerke Detmold ebenfalls nicht möglich.

Investitionskosten:	78.656.278 €
CO ₂ -Einsparung:	60.050.363 kg/Jahr
KWK-Stromanteil:	21% (25% bei 73% Anschlussdichte)
EEG-Stromanteil:	25%
E-Wärmeanteil:	6%

Paket 2: Statt der Erdgas-BHKWs aus Paket 1 kann die Wärmesenke über ORC-Kraftwerke versorgt werden. Da die Stromkennzahl geringer ist, sinkt der KWK-Stromanteil. Von Vorteil sind, dass es sich bei dem KWK-Strom um regenerativen Strom handelt und die eingespeiste Wärme ebenfalls regenerativ ist. Weiterhin werden Windkraftanlagen zur Bereitstellung von regenerativem Strom hinzugefügt.

Investitionskosten:	81.906.278 €
CO ₂ -Einsparung:	60.566.056 kg/Jahr
KWK-Stromanteil:	6%
EEG-Stromanteil:	25%
E-Wärmeanteil:	15%

Paket 3: Die benötigte Wärme wird über ein größeres Heizkraftwerk bezogen. Dies hat eine höhere Stromkennzahl als ein ORC-Prozess. Der restliche EEG-Strombedarf wird mit Windkraftanlagen aufgefüllt.

Investitionskosten: 34.906.278 €

CO₂-Einsparung: 56.814.556 kg/Jahr

KWK-Stromanteil: 13%

EEG-Stromanteil: 26%

E-Wärmeanteil: 16%

12. Empfehlung

- Das Maßnahmenpaket 3 stellt die größte CO₂-Einsparung bezogen auf die Investitionssumme dar und sollte daher vorrangig behandelt werden.
- Beim Ausbau der Fernwärme ist eine Erhöhung der Anschlussdichte gegenüber zusätzlichem Trassenbau zu bevorzugen. Hierfür ist eine Anschlusspflicht von großer Wichtigkeit.
- Die Reihenfolge der Realisierung der Projekte sollte nach der Klassifizierung erfolgen, sofern eine gleichzeitige Bearbeitung nicht möglich ist.
- Zur Erlangung der nötigen Unterstützung der Anwohner sollten zeitnah werbewirksame Maßnahmen anlaufen.
- Projekte kleineren Ausmaßes können, wenn diese durch Dritte realisiert werden, von den Stadtwerken durch Beratung oder Boni gefördert werden, sofern dies nicht Projekten größeren Umfangs entgegensteht.

Quellen

- ISI05 Klobasa, Marian
Ragwitz, Mario
Gutachten zur CO2-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer
Energien
Fraunhofer Institut System und Innovationsforschung
2005
- Wet-- Wetter, Christof
Leitfaden zum Bau einer Biogasanlage
Fachhochschule Münster
- EEG09 Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich
und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften
Inkrafttreten 2009
- SWD08 Stadtwerke Detmold
2008
- KWK09 Gesetz zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung
Inkrafttreten 2009

4. Klimaschutz und ÖPNV

4.1 Umsteigen auf Busse und Bahnen ist praktizierter Klimaschutz

Jeder Fahrgast des ÖPNV leistet einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz. Linienbusse verbrauchen bei der durchschnittlichen Platzausnutzung rund 2,5 Liter Dieselkraftstoff pro 100 km und Fahrgast. Nimmt man einen mittleren Besetzungsgrad von 1,2 Personen an, beträgt der Kraftstoffverbrauch im Individualverkehr pro Person und 100 km 6,5 l. Da im morgendlichen Spitzenverkehr bei vollen Bussen der spezifische Kraftstoffverbrauch sogar nur 0,5 l pro Person beträgt, spart jeder Fahrgast, der mit dem ÖPNV zur Arbeit fährt, mehr als 90 % CO₂ gegenüber einem Pkw-Fahrer ein¹¹.

Die Stadt Detmold hat für Mittelstädte bis 100.000 Einwohner ein vorbildliches ÖPNV-Konzept und damit die beste klimapolitische Voraussetzung in diesem Bereich geschaffen. Das Motto des Stadtverkehrs Detmold "Einfach mitfahren" ist zum einen Unternehmensziel, die Nutzung des ÖPNVs so einfach wie möglich zu gestalten und gleichzeitig die Aufforderung an die Detmolder Bürger, ihren ÖPNV so oft wie möglich zu nutzen und das Klima zu schützen.

Für den Bereich Mobilität sieht die Politik ein Potenzial zur Erreichung der Klimaschutzziele durch eine Optimierung des ÖPNV-Angebots und ein besseres Angebot für den Fahrradverkehr. Dabei ist zu prüfen, inwiefern sich diese Maßnahmen in die Ziele der Haushaltskonsolidierung einpassen lassen¹².

Klimapolitische Teilziele für den ÖPNV in Detmold sind:

- ÖPNV-Standard insbesondere im Stadtverkehr erhalten
- Stadtverkehr Detmold weiterentwickeln
- Regionalverkehr in Detmold mitgestalten
- Umweltverbund stärken

4.2 ÖPNV-Standard im Stadtverkehr erhalten

Nach einem ursprünglich nicht erwarteten, rasanten Anstieg der Nutzerzahlen (Versiebenfachung der Fahrgäste im Jedermann-Bereich seit 1994) stagnieren zurzeit die Fahrgastzahlen auf diesem hohen Niveau. Dabei dürfte es sich aber weniger darum handeln, dass das Marktpotenzial ausgeschöpft ist. Vielmehr zeigen die nicht zu leugnenden Kapazitätsprobleme, insbesondere in der morgendlichen Verkehrsspitze ihre Wirkungen. Auch nachdem der ursprünglich aus 10 m-Fahrzeugen bestehende Fuhrpark komplett auf 12 m-Niederflurfahrzeuge umgestellt wurde, reichen die Kapazitäten auf vielen Teilstrecken nicht aus und lassen kaum Fahrgastzuwächse zu. Das Marktpotenzial in den Schwachlastzeiten wird mit der 9-Uhr-Karte zwar bedient, kann aber nicht entscheidend zum Wachstum beitragen.

Eine zusätzliche Herausforderung für den Stadtverkehr Detmold ist der demografische Wandel. Die markantesten Veränderungen wirken sich zum einen beim Schülerverkehr aus, zum anderen im Bereich der Senioren. Die wahrscheinlichen Veränderungen in der Nachfrage im Schülerverkehr durch zunehmenden Nachmittagsunterricht bei gleichzeitig deutlich abnehmenden Schülerzahlen (- 15 % bis 2015) kann die Verkehrsspitze entlasten. Die Besetzungszahlen werden aber weiter so hoch sein, so dass sie für Neukunden kaum wirklich attraktiv sind, um zum Umzusteigen anzuregen.

Die Anzahl der Detmolder Senioren wird zunehmen und damit auch die Forderung an die SVD, weitere Wohngebiete für in ihrer Mobilität eingeschränkte Personen zu erschließen, die nicht mehr mit dem eigenen Fahrzeug fahren wollen oder können.

4.3 Stadtverkehr in Detmold weiterentwickeln

Selbst wenn der Stadtverkehr Detmold schon heute ein für eine Mittelstadt dieser Größenordnung vorbildliches ÖPNV-Angebot hat, ergibt sich auch aus der Bedeutung, die der ÖPNV für den Klimaschutz einnehmen kann, die Notwendigkeit, den Stadtverkehr weiter zu entwickeln.

¹¹ Angaben des VDV (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen)

¹² Beschluss des HFA vom 06.12.07

4.3.1 Ausweitung der Kapazitäten

Die derzeitige Stagnation der Fahrgastzahlen beruht aus Sicht der SVD weniger darauf, dass das mögliche Marktpotenzial in Detmold schon ausgeschöpft ist, als vielmehr darauf, dass in der Verkehrsspitze die zur Verfügung gestellten Kapazitäten nicht mehr ausreichen.

Nicht nur die überhöhten Besetzungsgrade in der Verkehrsspitze, sondern auch die von der SVD zur Abdeckung insbesondere der so genannten „Herbstspitze“ eingesetzten Zusatzfahrzeuge, aber auch die hohe Inanspruchnahme der Linie 701 an Sonntagen, weist auf die Notwendigkeit hin, größere Kapazitäten zur Verfügung zu stellen.

Grundsätzlich könnten hier zwei Wege besprochen werden

- a) größere Fahrzeugeinheiten
- b) Taktverdichtung und Angebotsausweitung

Zu a) größere Fahrzeugeinheiten

Die SVD ist mit der Umstellung des Fahrzeugparks von den ursprünglichen 10 m-Bussen auf 12 m-Fahrzeuge schon den Weg der Gefäßvergrößerung gegangen. Diese 12 m-Fahrzeuge reichen in bestimmten Zeiten und auf diversen Streckenabschnitten nicht mehr aus.

Die SVD hat deshalb den Einsatz von 13,5 m- und 15 m-Bussen verkehrstechnisch geprüft.

Das Ergebnis ist allerdings, dass weder im Umlauf 702/707/709 noch auf dem Linienweg 703/704 größere Fahrzeuge ohne Linienwegsänderungen eingesetzt werden können. Während zum Beispiel auf dem Umlauf 702/707/709 im Bereich der Humboldtstraße noch im Bereich des Klinikums die Wenderadien für größere Fahrzeuge ausreichen, würden auf dem Fahrweg der 703/704 15 m-Fahrzeuge an verschiedenen Stellen wegen des größeren Überhanges aufsetzen.

Derzeitig wären größere Fahrzeuge nur auf der Linie 701 und 706 uneingeschränkt einsetzbar.

Anlässlich der verschiedenen Veranstaltungen werden auf der Linie 701 schon heute Gelenkbusse eingesetzt, sodass diese auch im Regelbetrieb eingesetzt werden könnten.

Zu b) Taktverdichtung und Angebotsausweitung

Während bei der Veränderung der Gefäßgröße keine zusätzlichen Personalkosten anfallen, ist die Taktverdichtung aufgrund des erhöhten Personalbedarfs mit deutlich höheren Kosten versehen.

Der SVD stehen keine aktualisierten Zählraten über das Fahrgastaufkommen auf allen Linien zu allen Zeiten zur Verfügung. Die regelmäßig durchgeführten Beobachtungen des Betriebes lassen aber beispielsweise auf der Linie 701 in der Zeit von 6.00 - 8.00 Uhr und von 12.00-17.00 Uhr eine Halbierung des bisherigen 15 min-Taktes auf 7,5 Minuten sinnvoll erscheinen, um neuen Kundengruppen das Umsteigen auf den ÖPNV attraktiv zu gestalten.

Bei der Linie 702 besteht auch heute auf dem Abschnitt Detmold Bahnhof bis Meiersfeld eine so hohe Nachfrage, dass es hier sinnvoll wäre, diese Linie auf einen 15 min-Takt zu verdichten. Alternativ könnte auf der Linie ein neuer Fahrweg über die Blomberger Straße, entsprechend der Linie 708 während der Werrebrücken-Sperrung, eingerichtet werden.

Auch die Nachfrage auf der Linie 701 an Sonn- und Feiertagen würde schon heute nahe legen, diese auf einen ½ Stunden-Takt zu verdichten.

Die Ausweitung der Fahrplanzeiten im gesamten Stadtverkehr zur Ermöglichung des Kirchenbesuches wird immer wieder bei der SVD nachgefragt.

Auch gewünscht werden neue Linienwege zur Erschließung von bisher nicht an den ÖPNV angebundene Wohngebiete. So besteht seit Jahren der vermehrte Wunsch, den Schling in das Stadtverkehrsnetz einzubinden. Ebenso gilt dieses für eine Erweiterung der Linie 709 durch das Kröppelfeld. Aktuell werden verschiedene Wünsche zur Erschließung der neu errichteten Seniorenwohnanlage am Grünen Weg vorgebracht. Vorgeschlagen wird hier ein neuer Fahrweg der Linie 704 über die Theodor-Heuß-Straße und die Neue Wiese.

Neben dem Regelverkehr kommt der Ausweitung von Veranstaltungsverkehren eine besondere Bedeutung zu:

- a) Anlässlich verschiedener Pendel- und Sonderverkehre bzw. Fahrplanausweitungen können auch solchen Detmolder Bürgern die Attraktivität und Sinnhaftigkeit des Detmold-ÖPNVs nahe gebracht werden, die ansonsten den ÖPNV meiden. Wie aktuell beim „Museumsadvent“ des Freilichtmuseums wieder erfolgreich bewiesen, stellen dabei die Kombitickets, bei denen die Eintrittskarte gleichzeitig Busfahrausweis ist, einen zusätzlichen Attraktivitätsfaktor dar.
- b) An den verkaufsoffenen Sonntagen sollte die SVD generell den Fahrplan ausweiten, wobei alle Zusatzverkehre durch die Stadt Detmold bestellt und aus deren ÖPNV-Mitteln gem. § 13 ÖPNVG NRW finanziert werden.

4.3.2 Neue Ticketangebote

Die Stadt Detmold bezuschusst über die DetCon die ÖPNV-Nutzung für die Detmold Bürger.

Das Umweltabo und das 9-Uhr-Ticket werden seit Beginn des Stadtverkehrs gegenüber dem regulär geltenden Gemeinschaftstarif des „Sechser“ deutlich rabattiert, um die Nutzung des ÖPNVs in Detmold auch preislich attraktiv zu gestalten. Der seit Einführung des Stadtverkehrs eingetretene enorme Fahrgastzuwachs ist in wesentlichen Teilen auf diese Fahrpreisgestaltung zurückzuführen.

Mit dem Sozialpass und dem Familienticket kommen Anfang des Jahres 2009 zwei Fahrausweise für spezielle Kundengruppen hinzu, die über die reguläre Bezuschussung hinaus noch zusätzlich preisermäßigt sind.

Die Rabattierung soll auch in Zukunft als wesentliches Attraktivitätselement für den Detmolder ÖPNV beibehalten werden. Dabei ist allerdings der durch den Fahrgast zu tragende Anteil am Fahrgeld mit Blick auf die steigenden Kosten, insbesondere für die Erbringung der Fahrleistungen oder zurückgehender Zuschussleistungen des Landes und Bundes, zu hinterfragen.

Zur weiteren Attraktivitätssteigerung des Detmolder ÖPNVs ist zu prüfen, inwieweit neue Fahrausweisangebote den Nutzen des Detmolder ÖPNV aus verkehrs- und klimapolitischen Gesichtspunkten attraktiver gestalten können.

Ein mögliches neues Angebot könnte in Detmold das so genannte „Schülerticket“ sein, das in NRW in der Vergangenheit des Öfteren diskutiert worden war, dessen Umsetzung aber u.a. an den komplexen Ausgleichsregelungen des § 45a PBefG gescheitert war. Zielgruppe sind dabei die Schüler, die nicht über die Schülerfahrkostenverordnung eine Schülerfahrkarte vom Schulträger gestellt bekommen. Dabei wird davon ausgegangen, dass ein nicht unwesentlicher Teil der Umwelt-Abos für die Nutzung durch diese nicht freifahrtberechtigte Schüler erworben werden.

Mit dem neuen ÖPNVG 2008 des Landes NRW sind diese bisher auf einer individuellen Reiseweiten- und Nutzungsberechnung basierten Ausgleichszahlungen für die Schülerbeförderung vereinfacht worden. So werden die Zahlungen der Jahre 2007 bis 2010 nur noch auf der betriebsindividuellen Reiseweite des Jahres 2006 und den sich jährlich veränderten Schülerzahlen abgerechnet. Ab 2011 werden diese Mittel nur noch als pauschalierte Zahlungen und dann an die Aufgabenträger ausgezahlt. Dieses eröffnet neue Möglichkeiten, allen Schülern, ob freifahrtberechtigt oder nichtfreifahrtberechtigt, ein kostengünstiges Schüler-Umwelt-Abo anzubieten, wobei die genauen Finanzierungsmodalitäten zu prüfen und auch mit dem Land abzuklären sind.

Das „Handy-Ticketing“, also das Lösen eines Fahrausweises per Handy, kann für den selten fahrenden, innovativ ausgerichteten Fahrgast Zugangshemmnisse abbauen helfen.

4.4 Abgastechnik

Eine Recherche der SVD in enger Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Detmold hat gezeigt, dass eine Umrüstung der Stadtbusse von Dieselmotoren auf Gas aus wirtschaftlichen, ökologischen und betrieblichen Gründen für den Stadtverkehr in Detmold nicht sinnvoll ist.

Wirtschaftlich gesehen liegen die Anschaffungskosten von Gasbussen um ca. 25.000-30.000 € höher als bei vergleichbaren Dieselfahrzeugen.

Aus ökologischer Sicht sind moderne Busse durch eine fortschrittliche Abgasreinigungstechnologie ebenso sauber wie Gasbusse. Ein Dieselmotor, der mit einem Partikelfilter - wie sie in den Detmolder Fahrzeugen bereits eingesetzt sind - ausgerüstet ist, stößt nur rund 1% so viele Feinpartikel aus wie ein Gasbus.

Neue Stadtbusfahrzeuge in Detmold sind mit einer Abgasreinigungsanlage ausgestattet, sodass die Fahrzeuge heute schon sauberer sind, als Sie ab Oktober 2009 sein müssen.

Aufgrund von neuen Arbeitsabläufen und Risiken im Umgang mit Gasfahrzeugen käme es zu erheblichen Veränderungen im betrieblichen Ablauf. Intensive Schulungen von Personal und Feuerwehr wären unumgänglich.

4.5 Regionalverkehr in Detmold mitgestalten

Die Stadt Detmold ist als kreisangehörige Stadt mit eigenem Verkehrsunternehmen auch zuständiger Aufgabenträger für die im Stadtgebiet verlaufenden Regionallinien. Sie ist damit mitverantwortlich für die nach der EU-VO 1370/2007 ab dem 03.12.2009 notwendigen wettbewerblichen Vergabeverfahren für diese Linien, auf die ca. 40 Prozent aller Fahrplanleistungen im ÖPNV in Detmold entfallen.

Diese Linien sind heute als so genannte „stadtbus-ersetzende“ Regionallinien weitgehend dem Angebotsniveau des Stadtverkehrs angepasst. So sind die in dem Stundentakt verkehrenden Linien in der Regel im Stadtgebiet überlagert, sodass ½-Stunden-Takte entstehen. Im gesamten Stadtgebiet werden selbstverständlich auch die von der SVD herausgegebenen rabattierten Zeitkarten wie das Umwelt-Abo und das 9-Uhr-Ticket voll anerkannt. Überwiegend werden behindertengerechte Niederflerbusse eingesetzt.

Mit der neuen EU-Verordnung ist die Stadt Detmold in Zusammenarbeit mit dem für die außerhalb des Stadtgebietes liegenden Streckenabschnitte verantwortlichen Aufgabenträger Kreis Lippe verpflichtet, diese Linien im Wettbewerb zu vergeben, die Finanzverantwortung zu tragen, aber auch das Recht zur Gestaltung wahrzunehmen.

Bei den anstehenden Vergabeverfahren wird darauf zu achten sein, den bisherigen für die Regionallinien im Stadtgebiet geltenden Standard auf den Regionallinien zu erhalten.

Darüber hinaus wird es die Aufgabe der Stadt Detmold sein, die Regionallinien im Stadtgebiet dem veränderten Bedarf anzupassen. So wird zum Beispiel vorgeschlagen, die Linie 750 nicht mehr über die Lagesche Straße verkehren zu lassen, sondern die Erschließung des Gewerbegebietes „Am Plaß“, der Klingenbergstraße und der Stadtwerke sowie der auf dem ehemaligen Omnia-Gelände entstehende „Seniorenwohnanlage“ herbeizuführen.

Zukünftig wird die Stadt Detmold auch in Zusammenarbeit mit dem Aufgabenträger Kreis Lippe Qualitätsmängel im Regionalverkehr beseitigen müssen. Dies bezieht sich konkret auf die Verspätungsfähigkeit der Linie 790 und der Linie 750, die umlaufbedingt sehr oft verspätet in Detmold eintreffen. Auf der Linie 390 Augustdorf - Detmold gibt es morgens erhebliche Kapazitätsprobleme, die ebenso zu beseitigen sind.

Soweit verkehrstechnisch möglich, sollen Regional- und Stadtbusse durch die Beeinflussung der Lichtzeichenanlagen gegenüber dem Individualverkehr bevorzugt werden, denn die Fahrplansicherheit ist ein wesentliches Attraktivitätskriterium für den ÖPNV. Inwieweit Busspuren diesen Zweck unterstützen können, ist bei der Neugestaltung des Straßenraumes mit zu berücksichtigen.

4.6 Fahrzeugförderung umgestalten

Bis 2007 haben der Kreis Lippe und die anderen lippischen Aufgabenträger aus Mitteln des Landes NRW die Beschaffung von Linienbussen mit bis zu 80 % des Anschaffungswertes bezuschusst, wenn die Fahrzeuge einem vom Land vorgegebenen Kriterienkatalog entsprachen. Gefördert wurden insbesondere Niederfahrzeuge zur Bedienung des Linienverkehrs gem. §§ 42 und 43 PBefG mit Klimaanlage, Rollstuhlrampen, Innenanzeigern usw.

Nach dem neuen ÖPNVG NRW 2008 werden diese Mittel nunmehr pauschaliert an die Aufgabenträger mit der Maßgabe weitergegeben, 80 % dieser Mittel zu ÖPNV-Zwecken an Verkehrsunternehmen weiterzugeben. Dies geschieht in den Verbundräumen außerhalb OWLs weiterhin als Fahrzeugförderung in modifizierter Form.

Basiert auf einem Rechtsgutachten des Nahverkehrsverbundes Paderborn/Höxter NPH vertritt u.a. der Kreis Lippe die Rechtsauffassung, dass eine Fahrzeugförderung beihilferechtlich problematisch ist. Trotz gegenteiliger Hinweise des zuständigen Ministeriums des Landes NRW hat der Kreis Lippe deshalb entsprechende Beschlüsse gefasst, keine Fahrzeugförderung mehr durchzuführen.

Kurz- und mittelfristig wird das zu einer Verteuerung der bestellten Busleistungen bzw. der Erhöhung der Fahrpreise auch im Stadtverkehr Detmold führen.

Es sollte deshalb dringend geprüft werden, die Fahrzeugförderung wieder einzuführen, wobei der vom Land vorgegebene Kriterienkatalog um klimapolitische Komponenten ergänzt werden sollte. Dieses wäre zum einen die Beschränkung der Förderung auf solche Busse, die neben den bisher geforderten Kriterien auch den EEV-Standard bei der Abgasreinigung erfüllen. Zusätzlich sollte eine Teilförderung für solche Fahrzeuge vorgesehen werden, die mit CRT oder SCRT-Filtern nachgerüstet werden.

Parallel dazu sollten bei den nach der EU-VO 1370 erforderlichen wettbewerblichen Vergabeverfahren Umweltstandards bei den Fahrzeugen, ggf. auch bei den Betriebshöfen gesetzt werden. Anders als im klassischen Vergaberecht eröffnet die neue EU-VO eindeutig die Möglichkeiten, soziale Kriterien, aber auch Mindestarbeitsbedingungen, Fahrgastrechte, Bedürfnisse von Personen mit eingeschränkter Mobilität, des Umweltschutzes, Sicherheit von Fahrgästen und Angestellten (Erwägungsrund 17) in die Vergabekriterien mit einzubeziehen.

4.7 Preisvorteile des ÖPNVs gegenüber dem Individualverkehr verbessern

Die in Detmold in den 90er Jahren eingeführte Parkraumbewirtschaftung zielte von Anfang an auch darauf ab, Anreize zu setzen, anstelle des Autos öffentliche Verkehrsmittel oder das Fahrrad zu bevorzugen.

Es wäre zu prüfen, ob nicht durch die Ausweitung der bewirtschafteten Flächen oder Ausweisung weiterer Bewohnerparkzonen weitere Anreize gegeben und auch fiskalisch notwendige Effekte erreicht werden können. Zielgebiete wären dabei insbesondere jene Flächen, die heute mit Parkscheibe (max. 2 Stunden) unentgeltlich genutzt werden können.

4.8 ÖKOAUDIT Gildezentrum

Die SVD prüft derzeit in Zusammenarbeit mit dem Gildezentrum ihre Möglichkeiten zur Teilnahme am ÖKO-AUDIT-Projekt Lippe.

Öko-Audit ist ein Verfahren, bei dem ein Betrieb freiwillig sein Umweltverhalten überprüft, verbessert und offen legt. Kernpunkt ist der Aufbau eines Umweltinformationssystems (Umweltmanagement), das auf eine kontinuierliche Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes abzielt. Nach einem Prüfverfahren, das von unabhängigen und speziell bestellten Prüfern durchgeführt wird, erhält das Unternehmen üblicherweise ein Zertifikat.

Zentrales Ziel der SVD sind dabei Maßnahmen zur Verbesserung des Energieverbrauches in den städtischen Parkhäusern, insbesondere bei der Beleuchtung.

4.9 Stärkung des Umweltverbunds

Trotz des für eine Mittelstadt dieser Größenordnung vorbildlichen ÖPNV-Angebotes können - und sollten - die Detmolder Bürger aus verschiedensten Gründen nicht alle Wege mit dem ÖPNV zurücklegen. Im Interesse eines optimierten Verkehrsverhaltens sind andere Formen der Mobilität in dem Umweltverbund partnerschaftlich einzubinden. Im Fokus des Interesses: das Fahrrad und das Auto.

a) Das Fahrrad

Die Verbindungen zwischen den Partnern Fahrrad und ÖPNV im Umweltverbund sind vielfältig:

- der Radfahrer als Kunde des ÖPNV (z.B. bei der Fahrradmitnahme im Bus),
- die Kunden des ÖPNV als Radfahrer (z.B. wenn er im Bike + Ride-Verfahren zu Bussen und Bahnen hinradelt) und
- der Radfahrer im Straßenverkehr mit Bus.

Die SVD hat beim Ausbau der Haltestellen schon seit Beginn des Haltestellenbauprogramms in den 90er Jahren an den von Fahrradfahrern hoch frequentierten Haltestellen Abstellmöglichkeiten - soweit möglich in den Wartehallen - für Fahrräder geschaffen.

Mit dem Bau der Fahrradabstellanlage am Bahnhof wird nun eine optimale Unterbringungsmöglichkeit für Fahrräder an der zentralen innerstädtischen Umsteigeposition auf Bus und Bahn geschaffen und die Nutzung des Fahrrads auf dem Weg von und zum Bus und zur Bahn attraktiv gemacht. Zurzeit prüft die SVD zwei damit im Zusammenhang stehende Projekte

- I. Fahrradwerkstatt der Lebenshilfe Detmold im Kiosk
- II. Fahrradverleih "Call a Bike"

Zu I) Fahrradwerkstatt der Lebenshilfe Detmold im Kiosk

Ausgehend von einem durch die Hochschule Ostwestfalen-Lippe angeregten Diskussionsprozess über eine Fahrradstation und dem Verleih von so genannten „HermannBikes“ (mit Elektromotor versehene Tandems), führt die SVD mit der Lebenshilfe Detmold und der Sparkasse Detmold intensive Gespräche über die Schaffung einer Fahrradwerkstatt in dem vor dem Bahnhof befindlichem Kiosk.

Als Ergänzung zum Integrationsprojekt „Cafe Unerwartet“, dem Bistro im ehemaligen Fürstenzimmer des Bahnhofes, sollen so (Dauer-) Arbeitsplätze für behinderte Menschen geschaffen werden. Ziel ist es, den Nutzern der Fahrradabstellanlage entsprechende Dienstleistungen rund um das Fahrrad anzubieten.

Inwieweit ein Verleih des „HermannBikes“ Bestandteil dieses Projektes bleiben kann, ist zurzeit unklar. SVD und Sparkasse Detmold alleine können die für die Ausstattung der Fahrradwerkstatt notwendigen Betriebsmittel und des „HermannBikes“ nicht sponsern. Es ist allerdings fraglich, ob vor dem Hintergrund der vielfältigen Sponsorenaktivitäten rund um das Varusjahr weitere Sponsoren für dieses Projekt gefunden werden können.

Zu II) Fahrradverleih "Call a Bike"

Die DB bietet an ausgewählten Bahnhöfen den Verleih von Fahrrädern an. Die Mietfahräder sind vergleichsweise hochwertig ausgestattet, z. B. mit Federgabel, Rahmenfederrung Rollenbremsen, Nabendynamo, 7-Gangschaltung und Gepäckträger.

Diese „Call a Bike“-Fahrräder sind mit Spezialschlössern versehen, können per Telefonanruf gemietet und innerhalb des „Call a Bike“-Gebietes wieder zurückgegeben werden.

„Call a Bike“ ergänzt den öffentlichen Nahverkehr. Die Nutzung bietet sich insbesondere für Einwegfahrten oder in fremden Städten an, in denen man kein eigenes Fahrrad oder Auto dabei hat, oder zu Uhrzeiten, in denen der ÖPNV nicht mehr fährt.

Das System setzt eine einmalige Registrierung der potenziellen Nutzer voraus, um den Nutzungstarif einziehen zu können. Beim Anruf zur Anmietung werden die Kundennummer und die Nummer des jeweiligen Fahrrades durchgegeben. Alternativ kann die Identifikation des Kunden auch über das automatische Erfassen der Mobilfunknummer erfolgen.

Anschließend erhält der Mieter einen Zahlencode, mit dem das Schloss dann aufgeschlossen werden kann. Bei der telefonischen Abmeldung erhält man einen weiteren Zahlencode, mit dessen Eingabe die kostenpflichtige Mietzeit endet.

Das „Call a Bike“-System gibt es dabei in der Variante „Call a bike flex“ oder „Call a bike fix“. Charakteristisch für „Call a Bike flex“ sind die überall im zentralen Stadtgebiet vorfindbaren DB-Fahrräder, die auch an jeder Kreuzung wieder zurückgegeben werden können. Beim Fix-System gibt es nur feste Abhol- und Abgabestationen.

Die SVD hat die Stroer Deutsche Medien GmbH in Bielefeld, die das „Call a Bike“-System für die DB vertreibt, um ein Angebot für ein „Call a Bike“-System in Detmold gebeten. Es ist zu prüfen, ob das Konzept für Detmold sinnvoll und wirtschaftlich tragbar ist.

b) Das „geteilte“ Auto: CarSharing

Weder Fahrrad noch ein optimierter ÖPNV können alle Mobilitätsbedürfnisse befriedigen. Auch das Auto muss in eine umweltorientierte Mobilitätspolitik eingebunden werden. CarSharing, das organisierte professionelle Autoteilen, ist für all diejenigen als verkehrsentlastende und klimaschützende Mobilitätsalternative geeignet, die nicht täglich auf ein Auto angewiesen sind und trotzdem auch mal ein Auto für ihre Verkehrszwecke benötigen.

Die SVD bietet seit 2005 in Kooperation mit der Stattauto Bonn GmbH CarSharing in Detmold an.

Im Rahmen geplanter gemeinsamer Marketingaktionen der Stadtwerke Lemgo, Bad Salzungen und der SVD, als Betreiber der drei lippischen Stadtbussysteme, finden erste Gespräche mit Stattauto Bonn über eine Ausweitung des Detmolder CarSharing-Modells auf alle drei lippischen Stadtbusstädte statt.

Mit der Erweiterung des Umweltverbundes um die Säule CarSharing und einer konsequenten Vernetzung der Verkehrsmittel wird ein wesentlicher Beitrag für einen umwelt- und umfeldverträglichen Stadtverkehr geleistet. Gleichzeitig wird der ÖPNV durch den innovativen Baustein CarSharing attraktiver.

Bei der SVD werden heute alle Dienstreisen, die ansonsten mit Privatfahrzeugen erledigt worden sind, nun mit den CarSharing-Fahrzeugen der Stattauto Bonn durchgeführt. Es ist zur weiteren dauerhaften Stabilisierung des CarSharing-Angebotes zu prüfen, ob und wie weit weitere Gesellschaften oder Fachbereiche in dieses Modell einbezogen werden können.

4.10 Mobilitätsberatung

Mobilitätszentralen dienen als zentrale Anlaufstellen für persönliche oder telefonische Beratungen von jedermann in allen Fragen rund um das Thema Mobilität und tragen damit entscheidend zur Akzeptanz und Neukundengewinnung bei.

Auf Initiative der SVD wurden alle Dispositionszentralen der ostwestfälischen Verkehrsunternehmen zur AntaVio, der Mobilitätsberatung der OWL Verkehr zusammengefasst. Bis auf einen Restbestand lippischer Verkehre, die die KVG Lippe am Standort Lemgo disponiert, werden durch AntaVio im Standort Bahnhof Detmold alle Verkehre der sogenannten alternativen Bedienungsformen (AST, ALF, Taxibus) in Ostwestfalen disponiert, Fahrplanauskünfte gegeben, persönliche Mobilitätsvorschläge gemacht, Tarife beauskunftet und Fahrausweise verkauft.

Die Telenet AG Rhein-Main aus Darmstadt als Betreiber des von AntaVio eingesetzten Softwaresystems zur Organisation, Steuerung und Abrechnung alternativer Betriebsformen T.DiMo ist an die SVD und AntaVio mit dem Angebot herantreten, die Disposition alternativer ÖPNV-Verkehre für andere Kommunen zu übernehmen. Die SVD und AntaVio prüfen, inwieweit durch eine Übernahme neuer Dispositionsaufträge die Auslastung, der Kostendeckungsgrad, aber auch der Vermietungsgrad im Bahnhof Detmold verbessert werden können, um die Mobilitätsberatung am Standort Bahnhof Detmold langfristig zu sichern.

4.11 Steigerung des Radverkehrs statt motorisiertem Individualverkehr

Obwohl es in den vergangenen Jahren kein spezielles Programm zum Ausbau des Radwegenetzes mehr gegeben hat, ist es zu einer Attraktivierung des Radverkehrs unter anderem dadurch gekommen, dass bei allen straßenbaulichen Maßnahmen die Interessen der Radfahrer durch entsprechende Bordsteinabsenkungen, Ausschilderungen etc. soweit als möglich berücksichtigt worden sind.

Daneben sind neue bzw. verbesserte Radweganlagen an der Bielefelder Straße (Kernstadt), der Hornschen Straße (im Bereich der Ortsteile Spork-Eichholz und Remmighausen), der Lemgoer Straße (Ortsteil Klüt) sowie im Bereich des Friedrichtaler Kanals (Kernstadt) angelegt worden.

Als weitere wesentliche Maßnahme zur Attraktivitätssteigerung des Radverkehrs ist die neue Fahrradabstellanlage neben dem Empfangsgebäude des Bahnhofs Detmold zu bezeichnen, in der nach Fertigstellung im Frühjahr 2009 240 Fahrräder kostenlos witterungsgeschützt untergestellt werden können.

Unabhängig von den zuvor genannten Maßnahmen besteht das mittelfristige Ziel darin, ein Radverkehrskonzept umzusetzen, das dem Nutzer ein verlässliches Grundnetz mit Routenstandards in Bezug auf Wegequalität, Wegweisung und Service anbietet. Dazu ist verwaltungsseitig vorgesehen, Anfang 2009 im zuständigen Fachausschuss für Tiefbau und Immobilienmanagement eine Zieldiskussion über Basisstandards etc. zu führen, mit Hilfe eines externen Fachbüros eine Problemkarte zu erstellen und daraus eine Prioritätenliste mit Maßnahmen zu erarbeiten, die in die Haushaltsplanberatungen für 2010 ff. einfließen soll.

4.12 Emissionsärmerer Individualverkehr

Zu einem emissionsärmeren Individualverkehr kann die Stadt im Rahmen der Verkehrsplanung und -lenkung nur in der Form beitragen, dass

- Anreize für einen (zumindest teilweisen) Verzicht auf den privaten PKW durch ein besseres Radwegenetz bzw. ÖPNV-Angebot geschaffen werden,
- eine Reduzierung des Stop-and-go-Verkehrs erreicht wird.

Eine deutliche CO₂-Einsparung beim Individualverkehr kann allerdings nur dadurch erzielt werden, dass die PKW-Hersteller wesentlich emissionsärmere Techniken entwickeln und anbieten.

4.13 Emissionsärmerer Nutzverkehr

Entsprechendes gilt für den Nutzverkehr; eine andere Verkehrslenkung würde zwar die Innenstadt entlasten, gleichzeitig aber eine Mehrbelastung für die betroffenen Ortsteile mit sich bringen und insgesamt nicht zu einer CO₂-Einsparung führen.

5 CO₂-Einsparung aus Stadtentwicklung

Die Stadtplanung steuert Art und Maß der baulichen Entwicklung einer Kommune. Sowohl die Anordnung der verschiedenen Nutzungen zueinander als auch die Bebauungsdichte und die Bauformen haben Einfluss auf die CO₂-Emissionen der Stadt. Darüber hinaus können vertragliche Vereinbarungen über bauliche und technische Vorkehrungen zur Vermeidung von CO₂-Emissionen durch eine verbesserte Wärmedämmung, durch eine Nahwärmeversorgung und durch die Ausstattung mit Solaranlagen geschlossen werden.

5.1 Solare Stadtentwicklung

Die solare Stadtentwicklung zielt auf die passive Nutzung der Sonnenenergie durch die direkte Erwärmung der Gebäude und auf die aktive Nutzung der Sonnenstrahlung mittels aktiv solaren Systemen für die Brauchwassererwärmung und die Stromerzeugung ab.

5.1.1 Stellung und Ausrichtung der Gebäude

Die Ausrichtung der Hauptfassade (längste Fassade) eines Gebäudes hat die höchsten passiv solaren Wärmegevinne zur Folge. Die Abweichung der längsten Fassade von der Südorientierung sollte im Mittel nicht mehr als 45 Grad betragen, da in diesem Bereich die Verluste der solaren Einstrahlung relativ gering sind. Auch die aktiven Systeme haben bei Südausrichtung die höchsten solaren Erträge. Da die Systeme meist auf den Dächern der Gebäude fest montiert oder integriert werden und die Hauptfirstrichtung in der Regel parallel zur Hauptfassade verläuft, entsteht hierbei kein Zielkonflikt.

Die Hauptfirstrichtung der Gebäude kann in Bebauungsplänen festgesetzt werden. Außerdem kann die Stellung der Baukörper durch die Lage und Größe der überbaubaren Flächen und in besonderen Fällen auch durch Baulinien beeinflusst werden.

5.1.2 Verschattung und Topografie

Wichtiger als eine günstige Orientierung der Gebäude ist die Vermeidung von Verschattungen. Während das durch die Abweichung von der Südausrichtung verminderte solare Potenzial durch Kostensteigernde Maßnahmen wie größere und hochwertigere Fenster teilweise ausgeglichen werden kann, führen Verschattungen unveränderbar zu einem erhöhten Energieverbrauch, der durch zusätzliche Dämmmaßnahmen kaum noch kompensiert werden kann.

Hier ergibt sich ebenfalls eine Einflussmöglichkeit für die Stadtplanung, da die Höhe der baulichen Anlagen (Firsthöhe und Traufhöhe) und die Gebäudeabstände in Bebauungsplänen festgesetzt werden können. Bei den Festsetzungen für die Bepflanzungen auf den Grundstücken sind die Wirkungen der Verschattung zu berücksichtigen. Die Vegetation kann je nach Art, Höhe und Umfang zu erheblichen Verschattungen führen, falls sie zu nah an der Energie gewinnenden Südfassade angeordnet wird. Der maximale Einstrahlungsverlust sollte im Mittel für alle Gebäude innerhalb des Baugebiets den Wert von 20% nicht überschreiten.

Bereits bei der Auswahl der zu entwickelnden Baulandflächen sollte die mögliche Verschattung durch Höhenzüge berücksichtigt werden. Nicht nur aus Gründen der Vermeidung von CO₂-Emissionen durch eine effektive Sonnenenergienutzung sind Südhänge bevorzugte Wohnlagen. Wohngebiete am Nordhang oder in einer Muldenlage bieten dagegen schlechte solare Rahmenbedingungen.

5.1.3 Dachform und Dachneigung

Die Dachform und die Dachneigung sind einerseits städtebauliche Gestaltungselemente, andererseits haben diese aber auch Einfluss auf die Verschattung der Gebäude untereinander und auf die Eignung der Dächer für den Aufbau von Solarkollektoren. Außer einer Südausrichtung der Hauptfassade sollte möglichst ein Neigungswinkel von 35 bis 45 Grad festgesetzt werden. Bei Flachdächern oder flach geneigten Dächern besteht darüber hinaus die Option, die Solaranlagen auf den Dachflächen aufzuständern. Über eine Gestaltungsvorschrift können Dachgauben auf der Südseite ausgeschlossen werden, um Solaranlagen ohne Einschränkungen montieren zu können. Bei besonders hohen Anforderungen innerhalb eines Baugebiets kann die gestalterische Integration von Solaranlagen vorgeschrieben werden.

5.1.4 Festsetzungen zum Einbau von Solaranlagen

In Bebauungsplänen können gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 23 BauGB bei Errichtung von Gebäuden Maßnahmen für den Einsatz erneuerbarer Energien wie insbesondere Solarenergie getroffen werden. Diese Möglichkeit betrifft aber nur die Errichtung von Gebäuden und somit nicht die Verpflichtung zur Ausrüstung von bestehenden Gebäuden mit Solaranlagen. Da eine textliche Festsetzung mit dem Ziel einer Verpflichtung zur Errichtung von Solaranlagen rechtlich noch umstritten ist, ist in der Abwägung besonders auf die Verhältnismäßigkeit zu achten

Um die gesteckten Ziele zur Einsparung von CO₂-Emissionen zu erreichen, soll zukünftig bei der Aufstellung von Bebauungsplänen für Neubaugebiete regelmäßig eine Verpflichtung zur Errichtung von Solaranlagen für Solarthermie oder Photovoltaik als textliche Festsetzung abgewogen werden.

Bei Änderungsverfahren soll regelmäßig geprüft werden, ob die Errichtung von Solaranlagen eventuell mit den textlichen Festsetzungen oder Gestaltungsvorschriften im Konflikt stehen. In diesen Fällen sollte erneut abgewogen werden, ob die entgegenstehenden Vorschriften beibehalten werden müssen.

5.1.5 Energetische Bewertung von Bebauungsplanentwürfen

Der Einfluss der Stadtplanung auf den Umfang der solaren Energiegewinnung innerhalb von Siedlungsgebieten wird sich zukünftig vor allem auf die Anpassung von rechtswirksamen Bebauungsplänen konzentrieren. Im Rahmen von Änderungsverfahren können die Kriterien der solaren Stadtentwicklung zukünftig bei der Abwägung ein stärkeres Gewicht erhalten.

Bei Verfahren zur Änderung von Bebauungsplänen können mit Hilfe des kostenlosen Programms SolCity, das im Auftrag der Stadt Köln und des Landes Nordrhein-Westfalen entwickelt wurde, Überprüfungen von städtebaulichen Vorentwürfen hinsichtlich Verschattung von Nachbargebäuden vorgenommen werden. Das Programm eignet sich aber nicht für die Optimierung von komplexen Bausituationen.

Das Land Nordrhein-Westfalen besitzt außerdem eine Landeslizenz für das Simulationsprogramm GOSOL 8.x - NRW. Mit diesem Programm können städtebauliche Planungen unter Einbeziehung aller relevanten Planungsparameter vollständig auf den CO₂-relevanten Heizwärmebedarf bzw. den Gesamtenergiebedarf bewertet und optimiert werden. Die Anschaffungskosten betragen für die Kommunen 450,00 €.

Die Ergebnisse der energetischen Bewertung und Optimierung von Bebauungsplanentwürfen werden zukünftig in den jeweiligen Umweltbericht zu den Bebauungsplänen aufgenommen.

5.2 Energiesparende Bauweise

Solare Warmegewinne können erst dann wirksam genutzt werden und einen hohen Beitrag zum benötigten Heizenergiebedarf liefern, wenn zuvor entsprechende Maßnahmen zur Vermeidung unnötiger Energieverluste getroffen werden. Entscheidend ist dafür eine Minimierung der Fläche der Außenhülle und ein möglichst optimaler Wärmeschutz der gesamten Außenhülle des Gebäudes. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Luftdichtheit und die Art der Belüftung der Gebäude.

Wegen der großen Bedeutung dieser Aspekte bietet die Stadt Detmold seit vielen Jahren ein Förderprogramm Altbausanierung an. In diesem Rahmen werden die nachträgliche Dämmung von Altbauten, Maßnahmen zur Verbesserung der Luftdichtheit und seit 2007 auch der Einbau von Lüftungsanlagen gefördert. Zusätzlich wird für Detmolder Hauseigentümer und Bauherren eine energetische Beratung bei der Altbausanierung und der Errichtung von Neubauten im Auftrag der Stadt Detmold durch das Niedrig-Energie-Institut angeboten. Auf der Internetseite der Stadt Detmold werden Interessierten Informationen über weitere Beratungs- und Förderangebote bereitgestellt.

Die Überzeugung der Hauseigentümer von den Vorteilen einer energetischen Optimierung des Gebäudebestandes ist ein entscheidender Faktor für die Erreichung der Ziele zur Reduktion der CO₂-Emissionen in Detmold. Deshalb sollte z.B. die Aktion www.sanieren-profitieren.de der Deutschen Bundesstiftung Umwelt in Zusammenarbeit mit den Kreishandwerkerschaften und weiteren Partnern auch von der Stadt Detmold aktiv unterstützt werden.

Die Zulässigkeit von Festsetzungen zur Wärmedämmung an Gebäuden sowie von Zielwerten für die CO₂ - Minderung in Bebauungsplänen ist noch klärungsbedürftig, da eine speziell dafür vorgesehene Festsetzungsmöglichkeit dafür bisher fehlt. Als Alternative bieten sich vertragliche Vereinbarungen bei der Aufstellung von Bebauungsplänen oder der Veräußerung von Grundstücken an. Die Stadt Detmold hat Erfahrungen mit derartigen Vereinbarungen bei der Entwicklung der Baugebiete „Kreuzstraße“ und „Solarsiedlung Hohenloh“ gesammelt.

5.3 Zentrale Wärmeversorgung

Neben der Beachtung solarenergetischer Belange und der Umsetzung hoher Dämmstandards für die Gebäude hat auch die Wahl des Energieversorgungssystems für eine Siedlung entscheidenden Einfluss auf den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen.

Die Stadtwerke Detmold planen das Nahwärmenetz in Detmold auszubauen. Die in den letzten 10 Jahren aufgebauten Nahwärmeinseln sollen in ein zusammenhängendes Fernwärmenetz eingebunden werden. Gleichzeitig wird eine Erweiterung des Fernwärmenetzes in weitere Stadtviertel und eine Erhöhung des Anschlussgrades angestrebt.

Die Informationen über die geplanten Anschlussmöglichkeiten müssen in die Bauleitplanverfahren einbezogen werden. Die Nahwärmeversorgung kann durch Festsetzungen von Leitungsrechten und Standorten für Heizwerke bzw. Blockheizkraftwerke planungsrechtlich gesichert werden.

Bei Neuplanungen von Siedlungsgebieten wie z.B. auf dem Exerzierplatz in Hohenloh oder auf dem Gelände des ehemaligen Bundeswehrkrankenhauses besteht die Absicht, in städtebaulichen Verträgen die Erstellung eines auf das jeweilige Baugebiet zugeschnittenen Energiekonzeptes zu vereinbaren.

5.4 Energiesparende Stadtstruktur

Die Stadtstruktur hat Einfluss auf die CO₂-Emissionen durch eine kompakte Anordnung und Gestaltung der Gebäudekubatur und über die Auswirkungen der Nutzungsmischung und Nutzungszuordnung auf das Verkehrsaufkommen.

5.4.1 Kompakte Stadtstruktur

Eine kompakte, energiesparende Stadtstruktur kann einerseits durch eine höhere bauliche Dichte (Geschoßflächenzahl, Grundflächenzahl, Geschossigkeit) und durch eine geschlossene Bauweise (Doppel- und Reihenhäuser) erreicht werden. Weniger kompakte Gebäude, wie z.B. freistehende Einfamilienhäuser, verbrauchen auf ihre Nutzfläche bezogen wegen der entsprechend größeren Außenhülle wesentlich mehr Energie als z.B. der Geschosswohnungsbau. Neben der Art der Gebäude gibt es weitere Faktoren, wie z.B. eine versetzte Bauweise, die Einfluss auf die Wärme übertragende Hüllfläche haben. Kennwert der Kompaktheit von Gebäuden ist das Verhältnis der Oberflächen der Wärme abgebenden Hülle zum umfassten Volumen. Ein mittleres A/V – Verhältnis wird berechnet, indem die Summe aller Hüllflächen durch die Summe aller Volumina dividiert wird. Zielwert ist ein mittleres A/V – Verhältnis von 0,65 m⁻¹.

5.4.2 Stadt der kurzen Wege

Die verkehrliche Erschließung oder Anbindung an das städtebauliche Umfeld haben direkte Konsequenzen auf den Energieverbrauch im Bereich Verkehr. Eine ungünstige Lage der Siedlung kann zu erhöhten Verkehrserfordernissen und damit zu Belastungen für die Bewohner und die Umwelt führen.

Bei einer Anbindung der Wohnsiedlungen an Fuß- und Radwege und öffentlichen Personennahverkehr, bei guter Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen, Infrastruktureinrichtungen und Versorgungseinrichtungen sowie der Möglichkeiten der Freizeitgestaltung im wohnungsnahen Bereich wird die Verkehrsmittelwahl zu Gunsten der Verkehrsarten des Umweltverbundes beeinflusst und damit ein Beitrag zur Einsparung von CO₂-Emissionen geleistet.

Veränderungen in der Stadtstruktur sind allerdings nur langfristig zu beeinflussen. Bei anstehenden Änderungsverfahren sollten die Zielsetzungen einer Stadt der kurzen Wege aber immer mit hoher Priorität in die Abwägung einbezogen werden.

In diesem Rahmen kann jeweils dafür gesorgt werden, dass Lücken im Fuß- und Radwegenetz geschlossen werden können und dass Verdichtungen von Siedlungsgebieten vorrangig im Einzugsbereich von ÖPNV- Haltestellen erfolgen. Durch die anstehende Aktualisierung eines Konzepts für die Nahversorgung und dessen Umsetzung in Planungsrecht kann ein Beitrag zur Ansiedlung von leistungsfähigen Versorgungseinrichtungen in den zentralen Lagen und damit zur Verkehrsvermeidung geleistet werden.

Die Verbesserung der Aufenthaltsqualität im öffentlichen Straßenraum und die Schaffung von Erholungs-, Spiel- und Sportanlagen in der Nähe der Wohngebiete ermöglichen es den Bewohnern, ihre Freizeit in der Nähe der Wohnung verbringen zu können, ohne auf den PKW angewiesen zu sein.

5.5 Vorranggebiete für Windkraftanlagen

Die Nutzung der Windkraft birgt große Potenziale für die Verringerung der CO₂-Emissionen. Die Stadt Detmold hat in dem Flächennutzungsplan gemäß § 35 Abs. 3 BauGB vier Vorranggebiete für Windkraftanlagen festgesetzt. Wie in dem Teil 1 des Klimaschutzkonzeptes erläutert, wurden auf den Flächen in Altenkamp und Nienhagen Windkraftanlagen errichtet. Die Nutzung weiterer Vorrangflächen in den Ortsteilen Hornoldendorf und Brokhausen hängt von den Absichten des Grundstückseigentümers bzw. vom Ausgang des Genehmigungsverfahrens ab. Zum Schutz des Außenbereichs wird nach der im Flächennutzungsplan erfolgten Abwägung von der Festsetzung weiterer Vorranggebiete für die Windkraft in Detmold abgesehen.

5.6 Leitfaden Klimaschutz

Im Rahmen der Ausweisung von Neubauflächen oder im Zuge der Bestandserweiterung werden wesentliche Weichen für eine nachhaltige Klimaschutzpolitik gestellt. Die Art der städtebaulichen Planung, die bauleitplanerische und vertragliche Sicherung sowie die Umsetzung können hier, wie oben beschrieben, erheblichen Einfluss nehmen. Um das Potenzial zu erschließen und für die spätere Umsetzung der Planungen beste Voraussetzungen zu schaffen, wird vom FB Stadtentwicklung ein Leitfaden „Klimaschutz und Stadtplanung Detmold“ erstellt.

Mit dem Leitfaden werden folgende Zielsetzungen verfolgt:

- Frühzeitige Berücksichtigung der Klimaschutzbelange im Planungsprozess
- Energetische Optimierung von Planungen
- Erschließung von Energiesparpotenzialen
- Grundlage für rechtssichere planungsrechtliche Festsetzungen
- Verwendung als internes Instrument zur Entscheidungsvorbereitung in der Verwaltung
- Verwendung als Checkliste für Ausschussmitglieder
- Anwendung durch Bauträger und Planer

Der Leitfaden soll alle Planungsphasen umfassen und Empfehlungen für die Umsetzung der Planungen geben. Die Anwendung des Leitfadens soll sicherstellen, dass alle wesentlichen Aspekte des Belangs „Klimaschutz“ in die Planung und Entwicklung eingehen.

6 Klimaschutz und Hochwasserrisiken

6.1 Probleme und Planungsstand beim Hochwasserschutz

Der Verbesserung des Hochwasserschutzes im Rahmen der Klimaveränderungen wird im Rahmen von Kanalerneuerungs- bzw. Netzsanierungsmaßnahmen gemäß ABEKO soweit als möglich dadurch Rechnung getragen, dass bei Starkregenereignissen das Oberflächenwasser verzögert in die Kanalisation gelangen kann. Dies wird insbesondere durch den Bau von Regenrückhaltebecken und die Offenlegung von Gewässern erreicht; als Beispiele hierfür sind die entsprechenden Maßnahmen in den Ortsteilen Diestelbruch und Hiddesen sowie der Kernstadt (Hohenloh, Siegfriedstraße) anzuführen. Diese u. a. dem Hochwasserschutz dienenden Maßnahmen, die Bestandteil des ABEKO sind, werden grundsätzlich refinanziert über die Abwassergebühren. Dadurch ist auch eine Berücksichtigung im Rahmen der mittelfristigen Finanzplanung sichergestellt.

Der im Haushalt der Stadt ebenfalls seit Jahren vorhandene Ansatz für „Maßnahmen an Gewässern“ dient zum großen Teil dem Hochwasserschutz in der Form, dass daraus die Planung und Realisierung von Retentionsflächen finanziert wird. Beispiele hierfür sind der Werreausbau im Bereich Weidmüller, der Ausbau des Oetternbachs im Ortsteil Klüt sowie des Broker Bachs im Ortsteil Brokhausen.

Neben den zuvor genannten im Haushalt bereits enthaltenen Ansätzen ist im Rahmen der Verabschiedung des Haushaltsplanes 2009 ein weiterer Mittelansatz in Höhe von 100.000,- € enthalten für Maßnahmen, die überwiegend Hochwasserschäden durch wild abfließendes Wasser entgegenwirken sollen und bei denen es sich um solche Bereiche handelt, in denen bereits seit Jahren Probleme bestehen und auch Überlegungen zu deren Lösung vorhanden sind. Die erforderlichen und möglichen Schutzmaßnahmen sind unterschiedlich und richten sich nach den örtlichen Gegebenheiten. Maßnahmen können sein: Anlage von Mulden, Wällen, Retentionsräumen, Pflanzstreifen usw., die ein „ungebremstes“ Abfließen des Wassers verhindern bzw. stark abmildern und verzögern sollen (Beispiele: Mittelstraße im Ortsteil Klüt, Großer Kamp im Ortsteil Remmighausen, Steinstoß in der Kernstadt).

Der Vollständigkeit halber ist darauf hinzuweisen, dass im Stadtgebiet auch überörtliche Träger mit Vorhaben tätig werden, die ebenfalls dem Hochwasserschutz dienen. Als Beispiel hierfür ist das geplante Hochwasserrückhaltebecken des Werrre-Wasserverbandes im Ortsteil Hornoldendorf anzuführen.

7 Empfehlungen des Fachgremiums

7.1 Arbeit des begleitenden Fachgremiums

Für die Erarbeitung der Maßnahmenempfehlungen wurde im Januar 2009 durch die Verwaltung ein beratendes Fachgremium einberufen. Ihm gehörten Vertreter von 18 Institutionen an, die von Teilbereichen der möglichen CO₂-Reduzierungen in Detmold direkt betroffen sind und insofern Mitverantwortung für Klimaschutz-Aktivitäten haben oder anderweitig besondere Fachkenntnisse einbringen können. Dies waren

Stadtwerke Detmold GmbH	Reinhard Diekmann
Stadtverkehr Detmold GmbH	Wolfgang Janz
Kreishandwerkerschaft Lippe	Gerd Töpfer
IHK Lippe zu Detmold	Matthias Carl
Haus- und Grundeigentümer-Verein Detmold e.V	Rüdiger Dorn / Jörg Jäger
Schornsteinfeger-Innung für den RB Detmold	Jürgen Frevert
Wohnbau Detmold eG	Dr. Hans Schulte
Sahle Wohnen	Rolf Winter
NEI Niedrig Energie Institut	Klaus Michael
Hochschule Ostwestfalen-Lippe	Prof. Dr. Dohmann
Weidmüller Interface GmbH & Co. KG	Bernhardt Köhler / Christoph Westheider
BSMC Sustainability Management Consulting	Dr. Bernd Steinmüller
BUND Lippe Kreisgeschäftsstelle	Walter Sauter
Gilde GmbH	Rolf Merchel / Thorsten Brinkmann
Sparkasse Detmold	Gerhard Tegeler
Mieterbund OWL und Umgebung e.V., GS Detmold	Angelika Kellner
Verbraucherzentrale NRW, BS Detmold	Dorothea Nolting
Stadt Detmold	Dr. Volkmar Reinke
Stadt Detmold	Holger Behnke

Das Fachgremium tagte am 04.02.09, 05.03.09 und 25.03.09 unter Moderation von Dr. Bernd Steinmüller. Als Arbeitsgrundlagen lagen ihm der Teilbericht 1 des Klimaschutzkonzepts mit der bisherigen CO₂-Trendanalyse und die Entwurfsfassung des Teilberichts 2 mit den Potenzialbeschreibungen zur CO₂-Minderung vor, also noch ohne die erst später ausformulierten Kapitel 1 und 7 des vorliegenden Berichts.

In seinen drei Sitzungen wurden mögliche Handlungsfelder und Maßnahmen zur CO₂-Minderung in Detmold erörtert. In der ersten Sitzung am 04.02.09 wurden die bisher vorliegenden Ergebnisse des Klimaschutzkonzepts erörtert und per moderiertem Brainstorming über 100 Anregungen und Empfehlungen gesammelt, die vom Moderator systematisch zu Themengruppen und Handlungsfeldern verdichtet wurden. Eine Zusammenfassung dieser Anregungen enthält folgendes Unterkapitel 7.2. Dabei wurde erkennbar, dass für nutzbare Empfehlungen neben einer möglichst genauen Problemdefinition auch die zu ihrer Lösung jeweils in Frage kommenden Akteure ("Kümmerer") und die evtl. Kostenträger zu benennen sind. Rein appellierende Thesen können zwar auf Probleme hinweisen, haben aber ohne solche Konkretisierung keinen großen Nutzen.

Für die 2. und 3. Sitzung arbeiteten die Mitglieder insgesamt 40 konkrete Vorschläge für Einzelmaßnahmen aus, die in Unterkapitel 7.3 in der Reihenfolge ihres Eingangs aufgelistet sind. In der 3. Sitzung wurden diese Vorschläge nach ausführlicher Erörterung mit Prioritäten zwischen "A" und "D" bewertet. Die Kriterien und die Ergebnisse dieser Bewertung sind in Kapitel 1.4 (Seiten 9-11) dargestellt und werden hier nicht wiederholt.

7.2 Allgemeine Empfehlungen des Fachgremiums

Das Fachgremium sieht die Notwendigkeit, die Dringlichkeit einer stärkeren CO₂-Einsparung stärker als bisher im öffentlichen Bewusstsein zu verankern und um entsprechende Investitionen und Verhaltensänderungen zu erreichen. Dazu bedarf es primär einer stärkeren Sensibilisierung über die ökologischen Folgen des heute vielfach als "gut weil normal" angesehenen Verhaltens beim direkten und indirekten individuellen Energieverbrauch. Weiterhin bedarf es einer deutlicheren Aufklärung darüber,

dass sich die klimapolitisch nötige Reduzierung der CO₂-Emissionen um 40 % zwischen 1990 und 2020 nicht nur global, sondern auch ganz konkret in Detmold seit 1990 bisher noch nicht eingestellt hat, sondern dass deutlich verstärkte Aktivitäten aller Bürger und Betriebe in Detmold nötig sind, um die bis 2020 gesetzten Ziele zu erreichen. Um das damit erhöhte Problembewusstsein in konkretes Handeln zu überführen, bedarf es zudem einer sehr konkreten Aufklärung über individuell mögliche und sinnvolle Handlungsspielräume.

Das Fachwissen über die innerhalb Detmolds im Gebäude-, Verkehrs- und Versorgungsbereich ausschöpfbaren CO₂-Einsparpotenziale ist grundsätzlich verfügbar. Es ist aber vielen konkreten Akteuren nicht hinreichend bekannt oder wird falsch eingeschätzt. Insbesondere wird die Relevanz einzelner möglicher Maßnahmen oft falsch eingeschätzt oder besteht die Erwartung, dass allein die Technikentwicklung durch Dritte oder allgemeine Marktmechanismen die erforderlichen Veränderungen hervorbringen, so dass man persönlich in seinem Verantwortungsumfeld gar nicht wesentlich tätig werden müsse. Dieses Wissensdefizit, welches Teil der Passivität bzw. Investitionszurückhaltung ist, muss durch Aufklärung verringert werden. Der Öffentlichkeitsarbeit, der Beratung wie auch der Vorbildwirkung der Kommune kommt daher hohe Bedeutung zu.

Im Gebäudesektor betrifft dies vor allem die verbreitete Auffassung, dass bei einem erheblichen Teil des Altbaubestandes außer gelegentlichen Reparaturen oder moderaten Kleinsanierungen keine wesentlichen Änderungen an der Gebäudehülle oder Haustechnik nötig seien und dass auch im Neubaubereich das heute Übliche ausreichend sei. Tatsächlich liegen aber die größten und rentabelsten Einsparpotenziale (außerhalb der Einsparvarianten durch Konsumverzicht) in den Handlungsfeldern einer wesentlich forcierten Altbausanierung mit Passivhaus-Komponenten bis hin zum Passivhaus-Standard sowie in einer deutlich erhöhten Neubauqualität neben der bereits von den Stadtwerken und anderen Investoren in Angriff genommenen Umrüstung auf eine künftig wesentlich CO₂-ärmere Energieversorgung. Hier besteht besonders hoher Aufklärungs-, Demonstrations- und Kommunikationsbedarf.

Von vielen Akteuren wird an konkrete Maßnahmen zur CO₂-Einsparung wie z.B. Investitionen zur Energieeinsparung, zur rationelleren Energienutzung oder zur Nutzung regenerativer Energien die Erwartung gerichtet, sie müsse sich einzelwirtschaftlich lohnen. Dies ist auch erfreulicherweise vielfach der Fall. Grundsätzlich ist aber das klimapolitische Ziel und Maß der Vermeidung einer übermäßigen Erderwärmung mit allen ihren fatalen Folgen aber überhaupt nicht davon abhängig, inwieweit sich die dafür nötigen Maßnahmen sich einzelwirtschaftlich lohnen. Es kann vielmehr durchaus sein, dass nur ein Teil des brachliegenden CO₂-Reduktionspotenzials einzelwirtschaftlich rentabel ausschöpfbar ist. Dies sind z.B. die Reduzierung unnötiger Flugreisen oder unnötigen Autoverkehrs, die Verringerung beheizter Wohnflächen oder auch viele Maßnahmen der Gebäudewärmedämmung oder Stromeinsparung. Andere Teile der nötigen CO₂-Reduktion können dagegen reale Mehrkosten verursachen, jedoch trotzdem nötig sein, um das Gesamtziel zu erreichen. Das Kriterium der einzelwirtschaftlichen Rentabilität von Maßnahmen zur CO₂-Einsparung spielt daher nur insofern eine Rolle, als es vernünftig ist, individuell möglichst kostengünstige Wege zum Ziel zu suchen und nicht überbeuerte Wege zu wählen. Eine a priori Beschränkung des Handlungsfeldes auf einzelwirtschaftlich rentable Maßnahmen ist dagegen kein geeignetes Bemessungskriterium. Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit verschiedener Handlungsmöglichkeiten sind zudem nicht nur die Anfangs-Kosten einer Maßnahme, sondern ist deren gesamter wirtschaftlicher Aufwand und Nutzen über die Nutzungsdauer zu betrachten. Dabei zeigt sich häufig, dass der Anfangsaufwand zu hoch und der Folgenutzen zu gering eingeschätzt worden war.

Die einzelwirtschaftliche Attraktivität von Maßnahmen zur CO₂-Einsparung wird vielfach durch Fördermittel verbessert. Die Bundesregierung fördert über die Programme der KfW-Förderbank und der BAFA eine Vielzahl von Investitionen z.B. in die energetische Gebäudesanierung und rationelle Energienutzung sowie Nutzung regenerativer Energien. Auch das Land NRW, die Stadt Detmold und die Stadtwerke Detmold fördern gezielt Einsparinvestitionen. Informationen über Fördermöglichkeiten zu verbreiten ist daher auch eine wichtige Aufgabe der Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen der Klimaschutzbemühungen.

Bei der Beurteilung der einzelwirtschaftlichen Rentabilität von Maßnahmen ist es auch wichtig, Aufwand und Nutzen in angemessenen historischen Zeiträumen und unter Einbeziehung von Kapitalkosten, Inflation und Energiepreisentwicklung zu betrachten. Erst später anfallende Kosten oder Nutzen einer Maßnahme können z.B. durch Anwendung der Barwertmethode auf heute vergleichbare Größen

umgerechnet werden. Im Gremium wurde das Beispiel der Stadt Frankfurt präsentiert, welche sich vor allem aus Ergebnissen langfristiger Wirtschaftlichkeitsberechnungen heraus entschlossen hat, kommunale Neubauten nur noch in Passivhaus-Qualität zu erstellen. Dies zeigt, zu wie anderen Bewertungen es führen kann, wenn man nicht nur auf die evtl. anfänglichen Mehrkosten einer verbesserten Ausführung starrt, sondern auch den Folgenutzen genau ermittelt.

Häufig fallen Kosten und Nutzen möglicher Einsparungen nicht beim gleichen Akteur an. Dann kann es vorkommen, dass sogar Maßnahmen, die pro investierten Euro sehr viel CO₂-Reduktion bewirken, nicht realisiert werden. Dies ist z.B. im Mietwohnungsbau oder bei Gewerbebauten teils der Fall. In solchen Fällen kommt es darauf an, für Kosten und Nutzen aller Beteiligten sinnvolle Umlagemechanismen zu entwickeln, die es ermöglichen, volkswirtschaftlich besonders kostengünstige CO₂-Einsparpotenziale bevorzugt auszuschöpfen, auch wenn dies neue Vereinbarungen und Transfermechanismen zwischen Kostenträger und Nutznießer und Allgemeinheit erfordert.

Teils werden Investitionen in langlebige Investitionsgüter auch deshalb nicht vorgenommen, weil der aktuell verfügbare Eigentümer seinen persönlichen Kalkulationszeitraum knapper bemisst, als es dem Investitionsgut bzw. dessen Umweltauswirkungen entspricht. Sofern dies vor allem auf subjektiver Zukunftsangst basiert, kann eine Finanzierungsberatung oder Risikoabsicherung helfen. Dies betrifft vor allem Immobilien älterer Eigentümer, für die spezielle Kommunikationsinstrumente als Hemmnisabbau denkbar sind.

Investitionen in die energetische Gebäudesanierung wie auch in den Ausbau rationellerer Wärmeversorgungsanlagen (z.B. Fernwärme) bewirken neben einzelwirtschaftlichen Effekten für den Investor vor allem auch lokale und regionale Beschäftigungseffekte. Während überhöhte Energieverbräuche zu einem erheblichen und ständigen Mittelabfluss aus der Region in Energielieferländer führen, bewirken Sanierungsinvestitionen starke regionalwirtschaftliche Impulse im Bau- und Ausbaugewerbe. Investitionen zur CO₂-Einsparung sollten daher auch immer unter dem Kriterium verglichen werden, welche regional- und volkswirtschaftlichen Nebenwirkungen sie haben. Das Gremium empfiehlt auch, wo immer möglich, Kosten- und Nutzendaten realisierter CO₂-Einsparmaßnahmen zu publizieren, um hemmende Vorurteile abzubauen zu helfen.

Der Zeitrahmen von nur noch 11 Jahren bis 2020 erfordert in den nächsten 2-3 Jahren deutlich erhöhte Anstrengungen, um eine Bewegung in Gang zu setzen, die bis zu diesem Zieljahr die beschlossene CO₂-Reduzierquote zu erreichen ermöglicht. Um dabei eine Erfolgskontrolle zu ermöglichen, empfiehlt das begleitende Fachgremium, jährlich oder mindestens zweijährlich Zwischenergebnisse zu ermitteln und gemeinsam zu erörtern.

7.3 Maßnahmenvorschläge des Fachgremiums

Bis zu seiner 3. Sitzung erarbeiteten die Mitglieder des beratenden Fachgremiums 40 konkrete Maßnahmenvorschläge, die in folgender Liste fortlaufend nummeriert aufgelistet und in der rechten Spalte den Themengruppen "Gebäude" (mit Untergruppen Altbau, Neubau und Städt. Gebäude), Wärmeversorgung, Beratung und verkehr zugeordnet sind.

Hinweis: Die vom Fachgremium beschlossene Würdigung und Prioritätensetzung dieser Vorschläge ist in Kapitel 1.4 dieses Berichts (Seite 9 ff) dargelegt und wird hier nicht wiederholt.

Übersicht der Maßnahmenvorschläge des beratenden Fachgremiums per 25. März 2009

Nr	Autor	Thema	Kategorie
1	NEI	Investitionsprogramm Mietwohnungsbau organisieren	Gebäude/Altbau
2	NEI	Ausweitung Öffentlichkeitsarbeit Energieberatung	Beratung
3	NEI	Aufbau Lipp. Online-Energieberatung	Beratung
4	NEI	Detmolder Förderprogramm für Passivhäuser	Gebäude/Neubau
5	NEI	Zielvorgabe Passivhaus bei städt. Sanierungen	Städt. Immobilien
6	NEI	Nutzung Konjunkturfördermittel städt. Gebäude	Städt. Immobilien
7	NEI	Forcierung Fernwärmeversorgung	Wärmeversorgung
8	NEI	Passivhaus-Vorgabe bei Grundstücksverkauf, V+E	Gebäude/Neubau
9	NEI	Längere Statistik bei Jahres-Gasrechnung	Beratung
10	NEI	Mietspiegel mit Gebäudequalität	Beratung
11	NEI	Energiebedarfsausweise einfordern	Beratung
12	Beh	Leitfaden Klimaschutz Städtebau	Beratung
13	Beh	Festsetzung Solarnutzung in B-Plänen	Gebäude/Neubau
14	Beh	Energetische Prüfung von B-Plan-Entwürfen	Gebäude/Neubau
15	Beh	Beteiligung an Kampagnen	Beratung
16	Beh	Zentrale Wärmeversorgung - Planung	Wärmeversorgung
17	Beh	Beratungsnetzwerk Energieeffizienz	Beratung
18	Beh	Nutzung Angebote Energieagentur NRW	Beratung
19	Beh	Broschüre Altbausanierung	Beratung
20	Beh	Öffentlichkeitsarbeit Website / Referenzlisten	Beratung
21	Sahle	Investitionsprogramm Mietwohnungsbau	Gebäude/Altbau
22	Sahle	Beratung von Mieter zu Nutzerverhalten	Beratung
23	Sahle	Verbesserung Lüftungstechnik Mietwohnungen	Gebäude/Altbau
24	Sahle	Prüfung KWK und Wärmepumpentechnik	Wärmeversorgung
25	Sahle	Verbesserung Mietwagen, Sammeltaxis etc	Verkehr
26	Sahle	Verbesserung Verkehrsfluss	Verkehr
27	Frev	Neugestaltung Förderprogramm (geringere Anford)	Gebäude/Altbau
28	Frev	Förderung Heizungsverbesserung	Wärmeversorgung
29	Frev	Überprüfung der Einhaltung der EnEV bei Sanierung	Gebäude/Altbau
30	Frev	Überprüfung der Einhaltung EEWärmeG bei Neubau	Gebäude/Neubau
31	Bund	Mustervereinbarung Finanzierung Altbausanierung	Gebäude/Altbau
32	Bund	Contracting für Einsparinvestitionen organisieren	Gebäude/Altbau
33	Bund	Energieberatung durch und für Hartz-IV-Empfänger	Beratung
34	Bund	Fahrradverkehr fördern (Vorschlagsliste)	Verkehr
35	Bund	Autoverkehr verflüssigen (Ampeln nachts aus etc..)	Verkehr
36	Teg	Kommunikationskonzept für ältere Hauseigentümer	Beratung
37	Beh	Grundsteuererstattung bei Passivhaus-Neubau	Gebäude/Neubau
38	Frev	Emissionshandel	Gebäude/Altbau
39	Frev	Bündelung der Detmolder Energieberatung(en)	Beratung
40	Sahle	Motivation unterschiedlicher Nutzergruppen	Beratung

(1) NEI-1 Investitionsprogramm "Klimaschutz" im öffentlich geförderten Mietwohnungsbaubau und in MFH, deren Mieter Miet- oder NK-Zuschüsse erhalten

Es wird eine Arbeitsgruppe eingerichtet, die den energetischen Sanierungsbedarf im öffentlich finanzierten Mietwohnungsbaubau in Detmold identifiziert und Maßnahmenpakete mit Ziel einer möglichst hohen Verringerung des Heizwärmebedarfs dieser Objekte ausarbeitet. Ziel ist eine wärmemietenneutrale Sanierung auf Passivhausniveau. Die Arbeitsgruppe soll gemeinsam mit Eigentümern, Finanziers und Betroffenen ein Umsetzungskonzept für den Zeitraum 2009-2014 ausarbeiten. Die Stadt beteiligt sich an der Arbeitsgruppe und den anfallenden Drittkosten. Die Umsetzung soll ausgewertet und dokumentiert werden.

Akteure: Wohnungswirtschaft, Stadt, NEI, Lippe pro Arbeit, Mieterbund
Kosten: Eigenaufwand für Beteiligung der jew. Partner;
Fachliche Begleitung durch NEI oder DT Energieberatung

(2) NEI-2 Ausweitung der Öffentlichkeitsarbeit der Detmolder Energieberatung

Die Detmolder Energieberatung wird zur Mobilisierung weiterer Zielgruppen bei der Gebäudesanierung von derzeit 33,5 Wochenstunden Arbeitszeitkontingent auf 2,5 volle Stellen (2 Ingenieure, 0,5 Bürokräft) ausgeweitet. Dies wird auf zunächst 4 Jahre befristet. Mit der zusätzlichen Kapazität sollen mehr Öffentlichkeitsarbeit und neue zielgruppen-spezifische Kampagnen durchgeführt sowie themenbezogene Informationsmedien ausgearbeitet werden. Damit sollen mehr Gebäudeeigentümer in Detmold mit gleichartigen Sanierungspotenzialen mit weniger Aufwand pro Fall informiert und motiviert werden können. Zur Erfolgskontrolle soll die Gebäudedatenbank weiter gepflegt und genutzt werden

Akteur: Stadt
Kosten 125.000 € p.a.

(3) NEI-3 Lippisches Gemeinschaftsprojekt "Online-Energieberatung"

Aufbau eines lippeweiten Online-Informationsangebots über Möglichkeiten zur Energieeinsparung bei Heizwärme (Neu- und Altbausanierung), Strom (Wärme, Kraft, Licht, Standby) und Mobilität (Effizienzdaten für Reisedrecken und Fahrzeuge)

Akteure: Webmaster von Kreis und Städten und Gemeinden in Lippe
Fachliche Zuarbeiter (z.B. NEI, Stadtwerke, SVD...)
Externe Grafik-Designer und Web-Designer
Kosten: ca. 50.000 €

(4) NEI-4 Auflegen eines Detmolder Förderprogramms für Passivhäuser in Neu- oder Altbau

in Verbindung mit 3-stufiger Beratung und QS durch NEI / Detmolder Energieberatung, beschränkt auf zunächst 20 Neubauten oder Altbausanierungen à 20 €/m² Energiebezugsfläche. Dokumentation und Publikation der Ergebnisse. Abwicklung und fachlicher Begleitung ähnlich wie DT-Förderprogramm für Niedrigenergie-Häuser 1989-93.
Evtl. harmonisiertes Vorgehen mit Kreis Lippe

Akteur: Stadt, DT Energieberatung
Kosten 40.000 € Fördermittel und 40.000 € Betreuungsaufwand innerhalb von 2 Jahren

(5) NEI-5 Zielvorgabe der Passivhaus-Qualität in städtischen Sanierungsleitlinien

Sind an städtischen Gebäuden Teile der Gebäudehüllen oder der Haustechnik instand zu setzen oder zu erneuern, sollen diese in einer dem Passivhaus-Standard entsprechenden Qualität bzw. mit besonders hoher technischer Effizienz realisiert werden. Zielwerte sind dabei:

- U-Wert von Wänden, Decken und Dächern zu Außenluft oder zu Dachböden: 0,15 W/m²K
- U-Wert von Wänden oder Decken gegen Erde oder unbeheizte Keller: 0,20 W/m²K
- U-Wert von Fenstern und Außentüren um 0,8 W/m²K
- Minimierung von Wärmebrücken
- Hohe Luftdichtheit an Bauteilfugen; n(50)-Werte von max. 0,6 1/h.
- Einbau technischer Lüftung mit hoch effizienter Wärmerückgewinnung
- Nutzung von Sonnenenergie und Erdwärme bei geeigneten Randbedingungen,
- Tageslichtabhängig selbstregelnde Lichtsteuerung mit Präsenzmelder in Räumen
- mit normaler Fensterausstattung, sonst andere angepasste Techniken der selbsttätigen Bedarfs-erkennung
- Effiziente Heizung und Heizungsregelung, möglichst mit Fernwärme.
- Verschiedene mögliche Ausführungsstandards sind dabei in Voll- bzw. Mehr- und Folgekosten gegenüberzustellen.

Akteur: Stadt und von der Stadt beauftragte Architekten

Kosten: etwas erhöhter Arbeitsaufwand bei Planung und Bauüberwachung; Anfangs höhere Herstellkosten bei mittelfristig niedrigeren Folgekosten

(6) NEI-6 Nutzung von Konjunkturfördermitteln zur Ausschöpfung der attraktivsten Sanierungspotenziale an öffentl. Gebäuden

z.B.

- Dämmung oberster Geschossdecken auf 30-40 cm, falls bisher weniger als 10 cm
- Dämmung von Kellerdecken 10-14 cm, falls bisher weniger als 6 cm
- Austausch von Fenstern mit Einfachverglasungen, alter Doppelverglasung und von Glasbausteinwänden durch neue Fenster mit Dreifachverglasung und Uw-Wert unter 1,0 W/m²K in normal beheizten Räumen
- Abdichtung undichter Keller- und Haustüren oder Erneuerung solcher Türen,
- Umrüstung normaler alter Neonlampen in Schulen und Verwaltungsgebäuden auf selbstregelnde elektronisch gesteuerte Leuchten mit geometrisch optimierten Reflektoren
- Nachrüstung von Lüftungsanlagen mit hoch effizienter Wärmerückgewinnung in Gebäuden mit hohen Luftwechselraten oder langen Personenanwesenheitsdauern je nach Einbauaufwand gebäudezentral, trakt-, etagen-, flur- oder raumweise.

Akteur: Stadt (ist bereits in Vorbereitung)

Kosten: 75 % Bund und Land, 12,5 % Land, 12,5 % Stadt Detmold

(7) NEI-7 Forcierung der Fernwärmeversorgung

im heute und absehbar zu erwartenden Fernwärmeversorgungsbereich, insbesondere durch

- Anschluss aller städtischen Gebäude an Fernwärme bei nächster Heizungserneuerung oder größerer Reparatur, ggf. auch vorzeitig bei älteren Heizanlagen
- Änderung des Gas-Konzessionsvertrags dahingehend, dass eine Kündigung von Gaslieferverträgen und ein Gasnetzrückbau in den fernwärmeversorgten Stadtgebieten zulässig wird und langfristige Aufklärung der Anwohner über dessen Zeitplan.
- Vorbereitende Förderung des Zusammenschlusses von Gebäudeeinzelheizungen und Vorsorge für Übergangslösungen bei Objekten, die im künftigen Fernwärmegebiet liegen und akut neue Heizanlagen benötigen, aber nicht wieder für Jahrzehnte an andere Energieträger gebunden werden sollen ("Übergangsheizungs-Leasing").

Akteure: Stadt und Stadtwerke

Kosten: Mittelfristig Minderkosten wg. Wegfall der Aufrechterhaltung der Doppelversorgung sowie höhere Rentabilität der Fernwärme wg. höherer Anschlussdichte

(8) NEI-8 Generelle Passivhaus-Vorgabe bei Grundstücksvergabe und V+E-Verträgen

durch Verkauf städtischer Baugrundstücke, Abschluss von Erbpacht-Verträgen oder Ermöglichung von Nutzungen durch Abschluss von Vorhaben- und Erschließungsplänen oder andere zivilrechtliche Verträge. Auch Verpflichtung zum Fernwärmeanschluss, sofern von der jew. Lage her anschließbar.
=> V+E-Plan für Bundeswehrkrankenhaus (LEG/Paulinenstiftung)
=> Planung Wohnbebauung ehem. Omnia-Areal

Akteur: Stadt

Kosten: Keine, jedoch mittelbare Vorteile aus höherer kommunaler Wertschöpfung und aus geringerem Mittelabfluss für Brennstoffe

(9) NEI-9 Bessere Einsparinformation für Strom- Gas- und Fernwärmekunden

Einführung einer automatischen Archivierung der langfristigen Verbrauchsdaten jedes Kunden durch die Stadtwerke über 20 Jahre und automatische Darlegung der witterungsbeeinigten Verbrauchstrends jedes Kunden in dessen Jahresrechnung.

Akteur: Stadtwerke

Kosten: Anfängl. Programmieraufwand, dann automatisch

(10) NEI-10 Änderung des Mietspiegels

Unterschiedliche energetische Gebäudestandards (z.B. anhand Energiebedarfsausweis) sind stärker in die Berechnung angemessener Mieten einzubeziehen. Objekte mit sehr guten baulichen und technischen Standards und infolgedessen sehr geringen Heizkosten dürfen auch eine höhere Kaltmieten haben, Häuser mit schlechten Standards und hohen Heizkosten entsprechend niedrigere.

Akteur: Stadt, ggf. Kreis

Kosten: geringe Verwaltungskosten

(11) NEI-11 Einforderung des Energiebedarfsausweises

bei allen Wohnungen, für die Miet- oder Nebenkostenzuschüsse gezahlt werden durch den Kostenträger (Mieter muss beibringen)

Akteur: Stadt, Lippe pro Arbeit

Kosten: geringe Verwaltungskosten

(12) Beh-1 Leitfaden „Klimaschutz und Stadtplanung Detmold“

Um das Potenzial zu erschließen und für die spätere Umsetzung der Planungen beste Voraussetzungen zu schaffen, wird vom FB Stadtentwicklung ein Leitfaden „Klimaschutz und Stadtplanung Detmold“ erstellt. Mit dem Leitfaden werden folgende Zielsetzungen verfolgt:

- Frühzeitige Berücksichtigung der Klimaschutzbelange im Planungsprozess
- Energetische Optimierung von Planungen
- Erschließung von Energiesparpotenzialen
- Grundlage für rechtssichere planungsrechtliche Festsetzungen
- Verwendung als internes Instrument zur Entscheidungsvorbereitung in der Verwaltung
- Verwendung als Checkliste für Ausschussmitglieder
- Anwendung durch Bauträger und Planer

Kostenträger: Stadt

Akteur: Stadt Detmold, Fachbereich Stadtentwicklung

Kosten: Planungshonorar ca. 5.000,- €

(13) Beh-2 Festsetzungen zur aktiven und passiven Solarnutzung in Bebauungsplänen

Bei der Aufstellung und nach Möglichkeit auch bei der Änderung von Bebauungsplänen werden zukünftig bestmögliche Voraussetzungen für die aktive und passive Nutzung der Solarenergie geschaffen. Die Ziele sind dabei:

- Abweichung der längsten Fassade von der Südrichtung im Mittel nicht mehr als 45 Grad
- Der maximale Einstrahlungsverlust durch Verschattung (Nachbargebäude und Vegetation) darf innerhalb von Baugebieten den Wert von 20% im Mittel nicht überschreiten.
- Die Dachneigung bei Satteldächern wird in der Bandbreite von 35° bis 45° festgesetzt.
- Auf Flachdächern dürfen Solaranlagen montiert werden.
- Bei Neuaufstellung von Bebauungsplänen wird die Verpflichtung zur Errichtung von Solaranlagen für die Solarthermie oder Photovoltaik verbindlich festgesetzt.

Kostenträger: Stadt

Akteur: Stadt Detmold, Fachbereich Stadtentwicklung

Kosten: keine Mehrkosten

(14) Beh-3 Energetische Bewertung von Bebauungsplanentwürfen

Bei Verfahren zur Änderung und Neuaufstellung von Bebauungsplänen werden zukünftig regelmäßig Überprüfungen der städtebaulichen Vorentwürfe hinsichtlich Verschattung von Nachbargebäuden vorgenommen. Außerdem werden die städtebaulichen Planungen unter Einbeziehung aller relevanten Planungsparameter vollständig auf den CO₂-relevanten Heizwärmebedarf bzw. den Gesamtenergiebedarf bewertet und optimiert.

Die Ergebnisse der energetischen Bewertung und Optimierung von Bebauungsplanentwürfen werden zukünftig in den jeweiligen Umweltbericht zu den Bauleitplänen aufgenommen.

Kostenträger: Stadt

Akteur: Stadt Detmold, Fachbereich Stadtentwicklung

Kosten: Anschaffungskosten Software 450,- € zuzüglich Mehraufwand Planungshonorar

(15) Beh-4 Beteiligung an Kampagnen

Von verschiedenen Organisationen werden Kampagnen zur Energieeinsparungen im Zusammenhang mit der Gebäudesanierung durchgeführt:

www.mein-haus-spart.de

Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie NRW mit zahlreichen Partnern

www.sanieren-profitieren.de

Deutsche Bundesstiftung Umwelt mit Schornsteinfegern und Handwerkern

www.sparnachbar.de

Energieberatung der Verbraucherzentrale NRW

Die Stadt Detmold wird diese Kampagnen in ihre Öffentlichkeitsarbeit für den Klimaschutz einbeziehen und sich ggf. an den Kampagnen beteiligen.

Kostenträger: Stadt

Akteur: Stadt Detmold, Fachbereich Stadtentwicklung

Kosten: Personal- und Sachkosten

(16) Beh-5 Zentrale Wärmeversorgung

Die Stadtwerke Detmold planen das Nahwärmenetz in Detmold auszubauen. Die in den letzten 10 Jahren aufgebauten Nahwärmeinseln sollen in ein zusammenhängendes Fernwärmenetz eingebunden werden. Gleichzeitig wird eine Erweiterung des Fernwärmenetzes in weitere Stadtviertel und eine Erhöhung des Anschlussgrades angestrebt.

Bei Neuplanungen von Siedlungsgebieten wird von ein, auf das jeweilige Baugebiet zugeschnittenes Energiekonzept aufgestellt. Wenn eine verbindliche Zusage bezüglich der Anschlussmöglichkeit an die Fernwärmeversorgung vorliegt, wird ein Anschluss- und Benutzungszwang festgesetzt.

Kostenträger: Stadt oder Vorhabenträger

Akteur: Stadt Detmold, Fachbereich Stadtentwicklung

Kosten: Planungskosten: ca. 5.000,- €

(17) Beh-6 Bildung eines Beratungsnetzwerkes für regenerative Energien und Energieeffizienz

In dem Beratungsnetzwerk werden Informationen über Beratungsangebote gesammelt und Kontakte zwischen den Verbrauchern, Planern und Handwerkern hergestellt. Ziel des Beratungsnetzwerkes ist die Unterstützung von Immobilieneigentümern bei der Wahl der richtigen Reihenfolge und Dimensionierung von Maßnahmen der energetischen Sanierung und der Realisierung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Verbindung mit der Beratung über Förderprogramme.

Kostenträger: Teilnehmer an dem Beratungsnetzwerk

Akteur: Koordination durch die Stadt Detmold

Kosten: 32.700,- €/pro Jahr

(18) Beh-7 Unterstützung und Nutzung der Dienstleistungen der EnergieAgentur.NRW

Die EnergieAgentur.NRW fungiert als strategische Plattform mit breiter Kompetenz im Energiebereich: von der Energieforschung, der technischen Entwicklung, Demonstration und Markteinführung über die Energieberatung bis hin zur beruflichen Weiterbildung. Die EnergieAgentur.NRW bearbeitet folgende Themenfelder:

- Energieeffizienz und erneuerbare Energien in Unternehmen
- Energieeffizienz und erneuerbare Energien in Kommunen
- Kraftwerks- und Netztechnik
- Biomasse
- Kraftstoffe und Antriebe
- Brennstoffzelle und Wasserstoff
- Photovoltaik
- Klimaschutz und Emissionshandel

Die Stadt Detmold wird zukünftig verstärkt die Dienstleistungen der EnergieAgentur.NRW nutzen und als Multiplikator verbreiten.

Kostenträger: Stadt Detmold

Akteur: Stadt Detmold, Fachbereich Stadtentwicklung

Kosten: Personalkosten und Sachkosten für die Öffentlichkeitsarbeit

(19) Beh-8 Broschüre über Einsparungen aus Gebäudeheizung, Warmwasser und Strom

In dem Klimaschutzkonzept Teil II ist eine fundierte Darstellung der Einsparpotenziale im Gebäudebereich enthalten. Dieser Text mit zahlreichen Abbildungen ist eine geeignete Grundlage für eine Broschüre, die sich an interessierte Hausbesitzer wendet. Um die Information abzurunden und um die Broschüre zu finanzieren sollen Anzeigen der Industrie, des Handwerks und von Ingenieurbüros aufgenommen werden.

Kostenträger: Stadt Detmold

Akteur: NEI in Zusammenarbeit mit einem Verlag

Kosten: Redaktionelle Bearbeitung

(20) Beh-9 Öffentlichkeitsarbeit für Maßnahmen zum Klimaschutz

Einige der vorgeschlagenen Maßnahmen sind Bestandteil der Öffentlichkeitsarbeit für die Durchführung von Maßnahmen für den Klimaschutz. Darüber hinaus werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Ausbau der Internetseite www.klimaschutz-detmold.de
- Spezielle Aktionen in Bezug auf aktuelle Förderprogramme
- Aufbau eines Angebots an Referenzprojekten

Kostenträger: Stadt Detmold

Akteur: Stadt Detmold in Zusammenarbeit mit Partnern

Kosten: Personal- und Sachkosten

(21) Sahle-1 CO₂-Minderung im Mietwohnungsbau

Bezugnehmend auf den Vorschlag des Niedrigenergieinstitutes schlagen wir vor, ein Programm für den gesamten Mietwohnungsbau zu erarbeiten. Es sollte sich nicht nur auf den öffentlich finanzierten Mietwohnungsbau, oder auf Mieter die Miet- oder Nebenkostenzuschüsse erhalten, beschränken.

(22) Sahle-2 Feststellung des erhöhten Energiebedarfs durch falsches Nutzerverhalten

in Wohnungen und anschließende Schulung in Nutzerverhalten. Durch Unterstützung der aufsuchenden Familienarbeit kann dies umgesetzt werden, sobald der hierzu erforderliche Familienmanager in einem Wohngebiet installiert ist. Der Einsatz von Familienmanagern ist bereits im Integrationskonzept der Stadt Detmold thematisiert worden.

(23) Sahle-3 Verbesserung der Be- und Entlüftung in Mietwohnungen

Feststellung der sich hieraus ergebenden Energieeinsparpotenziale (eventuell durch das Niedrigenergieinstitut) und Überprüfung ob es durch allgemeine Konjunkturfördermittel unterstützt werden kann oder aber durch Fördermittel der Stadt bzw. des Landes.

Neben den sich ergebenden Einsparungen im CO₂-Bereich sind hierbei erhebliche Gesundheitliche Potenziale zu heben. Es ist gegebenenfalls zu prüfen, in welchem Umfang sich durch Schimmelbildung in den Häusern und Wohnungen erhöhte Krankheitsfälle ergeben. Hier sind besonders Allergien, Haut, Lungen- und andere Krankheiten sowie die Auswirkungen auf Schwangerschaften und Neugeborene zu nennen.

(24) Sahle-4 Kraftwärmekopplung und/oder solare Wärmegewinne, Erdthermie usw.

Überprüfung der Wirtschaftlichkeit von Blockheizkraftwerken für kleinere Einheiten von 10 – 30 Wohnungen. Auch hier ist zu überprüfen, in welcher Form für Investoren bzw. Eigentümer Investitionsanreize möglich sind.

(25) Sahle-5 Klimaschutz und ÖPNV

Erleichterung des Umstiegs auf den ÖPNV, hierzu sind 2 Faktoren sehr hinderlich.

1. Es fehlt eine einfache zur Verfügung Stellung eines Fahrzeugs wenn der ÖPNV nicht ausreichend ist.
2. Die Nutzung von Anrufsammeltaxen ist schwierig durch relativ lange Anmeldefristen vor Fahrtbeginn.

(26) Sahle-6 Verbesserung des Verkehrsflusses

Alle bisher eingeführten Maßnahmen zur Minderung des Verkehrsflusses sind im Hinblick auf CO₂ Potenziale zu prüfen. Ampelschaltungen sind dringend auf Taktungsmöglichkeiten und/oder Abschaltmöglichkeiten hin ebenfalls zu überprüfen.

(27) Frev-1 Neuausrichtung des Detmolder Förderprogramms

Die Bestimmungen des Detmolder Förderprogramms zur nachträglichen Wärmedämmung sollten dahingehend geändert werden, dass die Ansprüche an die Dicke der Dämmstoffe reduziert werden. Wie aus dem Detmolder Klimaschutzkonzept Teil II zu entnehmen ist, ist bei einer Dämmstärke von Schrägdächern mit 20 cm Dämmstoffdicke bereits eine erhebliche Einsparung zu erreichen. Auch bei der Dämmung von Außenwänden bringen Dämmdicken von 10 bis 15 cm schon erhebliche Vorteile und entsprechen schon dem Niedrigenergiehausstandard. Von geringeren Anforderungen an die Dicke der Dämmung ist eine größere Breitenwirkung des Förderprogramms zu erwarten.

Flankierend zu den Fördermaßnahmen sollten bei der Abnahme der durchgeführten Maßnahmen auch alle übrigen Verpflichtungen der Hauseigentümer auf der Grundlage der Energieeinsparverordnung (z.B. Erneuerung der Heizkessel, Dämmung der Wärmeleitungen) überprüft werden. Voraussetzung für die Vergabe der Fördermittel sollte wie bei der Vergabe der KfW-Mittel die Durchführung eines hydraulischen Heizungsabgleichs sein.

Kostenträger: Eigentümer von Altbauten/Stadt Detmold
Akteure: NEI / Stadt Detmold, Fachbereich Stadtentwicklung
Kosten: wie bisher

(28) Frev-2 Förderung von Leitungsdämmung, besserer Heizungsregelung, hydraulischem Abgleich und sparsamen Pumpen

Im Rahmen des Detmolder Förderprogramms für nachträgliche Wärmedämmung soll künftig auch die nachträgliche Dämmung ungedämmter Heizwasser- und Warmwasserleitungen, die Verbesserung veralteter Heizungsregelungen, der hydraulische Abgleich und der Einbau sparsamerer Pumpen gefördert werden.

Kostenträger: Stadt Detmold / Stadtwerke Detmold
Akteure: Energieberatung / Stadtwerke
Kosten: k.A.

(29) Frev-4 Überprüfung der Einhaltung der Energiesparverordnung (EnEV) bei der Sanierung und Unterhaltung von bestehenden Gebäuden

Die Stadt Detmold wird zukünftig bei allen ihr offiziell bekannt gemachten Bauvorhaben die entsprechenden Nachweise, Erklärungen und Bescheinigungen anfordern und prüfen.

Die EnEV schreibt in den Paragraphen 9 bis 15 für bestehende Gebäude vor, wie Maßnahmen zur Sanierung von Gebäuden umgesetzt werden müssen. Werden beispielsweise Fenster erneuert, müssen diese bestimmte Anforderungen an den U-Wert sowie an die Dichtheit einhalten. Werden Dächer neu gedeckt, müssen diese nach der EnEV die sogenannten Transmissionswärmeverluste reduzieren.

Die energetische Verschlechterung von Gebäude bzw. Anlagen ist nicht zulässig. Dies gilt für wesentliche Bereiche am und um das Haus sowie für die Anlagentechnik. Werden Gebäude verkauft, schreibt die EnEV vor, dass Gebäudeteile, wie z.B. die oberste Geschossdecke gedämmt werden muss oder auch die Heizungsanlage erneuert werden muss. Sind Bauteile oder Anlagenteile defekt, so müssen diese ersetzt bzw. instandgesetzt werden. Heizungs-, Kühl und Lüftungsanlagen müssen regelmäßig von Fachleuten gewartet werden.

In der „Verordnung zur Umsetzung der Energieeinsparverordnung“ des Landes NRW wird der unteren Bauaufsichtsbehörde die Überwachung übertragen. Zusätzlich zu den bei genehmigungspflichtigen Gebäuden vorzulegenden Nachweisen können von der unteren Bauaufsichtsbehörde auch Nachweise, Erklärungen und Bescheinigungen für nicht genehmigungspflichtige Bauvorhaben oder bei Änderungen von Gebäuden eingefordert werden.

Kostenträger: Stadt Detmold
Akteur: Stadt Detmold, Fachbereich Stadtentwicklung, Bauordnung
Kosten: Personalkosten

(30) Frev-5 Überprüfung der Einhaltung der Vorschriften des Erneuerbare Energien Wärmegesetzes (EEWärmeG) bei der Errichtung von Gebäuden

Sofern die noch ausstehende landesrechtliche Regelung der Zuständigkeit dies zulässt, wird die Stadt Detmold bei allen Neubauvorhaben die Einhaltung der Vorschriften des EEWärmeG überprüfen.

Eigentümer von neu errichteten, normalen Wohn- oder Betriebsgebäuden müssen zukünftig einen Teil des Wärmeenergiebedarfs durch Erneuerbare Energien decken. Als Ersatzmaßnahme darf der Wärmeenergiebedarf auch durch die Nutzung von Abwärme und aus Kraft-Wärme-Koppelungsanlagen gedeckt werden. Alternativ können Gebäude auch mit einem erhöhten Dämmstandard errichtet werden, der die Richtwerte der EnEV um mindestens 15 % unterschreitet. Eine weitere Alternative ist der Anschluss an eine Nah- oder Fernwärmeversorgung. Die Maßnahmen können untereinander kombiniert werden. Die Verpflichteten müssen die gesetzlich vorgeschriebenen Nachweise für die Nutzung der Erneuerbaren Energien oder die Durchführung der Ersatzmaßnahmen mindestens 5 Jahre aufbewahren. In § 11 des EEWärmeG ist geregelt, dass die zuständige Behörde zumindest durch Stichproben die Erfüllung der Pflichten der Bauherren und der Richtigkeit der Nachweise kontrollieren muss.

Kostenträger: Eigentümer von Neubauten/Stadt Detmold

Akteure: Sachverständige / Stadt Detmold, Fachbereich Stadtentwicklung

Kosten: Kosten für die Erstellung und Prüfung der Nachweise

(31) BUND-1 Mustervereinbarung zum Interessenausgleich Vermieter – Mieter

Es soll ein Mustervertrag Vermieter-Mieter zur Kostenaufteilung bei energetischen Sanierungsmaßnahmen erarbeitet werden.

Häufig genanntes Problem: Vermieter seien nicht bereit zu energiesparenden Investitionen am Haus, da sie die Kosten nicht auf die Miete anrechnen können. Durch vertragliche Vereinbarung (Ergänzungsvertrag zum Mietvertrag) sollte ein Interessenausgleich herbeigeführt werden: die Mieter leisten an den Vermieter eine Zusatzzahlung in Höhe von maximal den gesparten Energiekosten, so dass ihre Gesamtbelastung (Miete + Energiekosten) nicht steigt. –

Akteure: Haus & Grund, Mieterverein, Wohnungswirtschaft, Stadt Detmold

(32) BUND-2 Contracting

Das Instrument Contracting wird verstärkt genutzt, energetische Sanierungen zu finanzieren: eine Contracting-Agentur finanziert die Maßnahme vor; die Tilgung erfolgt aus den gesparten Energiekosten. Zu prüfen wäre:

- Contracting nur als Angebot für Eigentümer? oder evtl. auch für Mieter?
- Zusammenarbeit mit bestehenden Contracting-Agentur? oder Gründung einer eigenen Detmolder Agentur (Sparkasse, Stadtwerke, Stadt, Wohnungswirtschaft)?

(33) BUND-3 Zielgruppenorientierte Energiesparberatung für Hartz-IV-Empfänger

Detmold bietet eine gezielte Energiesparberatung für Hartz-IV-Empfänger an (wie sie bereits in zahlreichen Städten und Gemeinden üblich ist: oft in Zusammenarbeit mit der Caritas und mit Unterstützung der NRW-Energieagentur → www.stromspar-check.de). Vorteile:

- Bevölkerungskreise, die über die üblichen Medien schwer erreichbar sind, werden direkt angesprochen.
- Gerade Hartz-IV-Empfänger wohnen oft in energetisch ineffizienten Gebäuden, wo der Energieverbrauch auch sehr stark vom Nutzerverhalten abhängig ist.
- Zusätzliche Vorteile im sozialen Bereich.

Ein z. Zt. geplantes Projekt der Caritas Detmold sollte unterstützt werden.

(34) BUND-4 Fahrradverkehr fördern

Das Fahrrad ist (neben dem Zu-Fuß-Gehen) das umweltschonendste Verkehrsmittel. Deshalb muss die Förderung des Fahrradverkehrs im Zentrum der städtischen Verkehrspolitik und –planung stehen, u. a. durch Umsetzung der umfassenden Vorschlagsliste des Detmolder Fahrrad-Aktionsbündnisses, die der Stadt vorliegen.

(35) BUND-5 Motorisierten Verkehr verflüssigen

Stopp-and-Go-Verkehr ist der energieaufwendigste und damit klimaschädlichste. In Detmold besteht offensichtlich noch Potenzial, den motorisierten Verkehr einfach durch Ampelschaltungen flüssiger zu machen, z. B.

- Abschaltung aller (mit einigen wenigen Ausnahmen) Ampeln zwischen 23:30 und 5:30 Uhr
- Gestaltung einer funktionierenden Grünen Welle auf dem Inneren Ring (in der Richtung Paulinenstr → Hornsche Str. → Leopoldstr. → Behring-/Wotanstr. → Paulinenstr); außerdem auf den Ausfallstraßen, vor allem stadtauswärts, um einen schnellen Abfluss aus der Innenstadt zu ermöglichen; ggf. zeitlich unterschiedlich (morgens stadteinwärts; im Feierabendverkehr stadtauswärts)
- Abschaffung der spritfressenden und unsinnigen schikanösen Rotschaltung von Ampeln bei Annäherung eines PKW mit Normaltempo

(36) Teg-1 Kommunikationskonzept Altbausanierung

Zur Steigerung der Bereitschaft, in die energetische Altbausanierung zu investieren soll ein Kommunikationskonzept für ältere Gebäudeeigentümer erarbeitet werden, das denen die Vorteile solcher Investitionen während und nach der Eigennutzung verdeutlicht. Dabei sollen die Zielgruppen der Gebäudeeigentümer mit bzw. ohne Kinder am gleichen Ort unterschieden werden. Elemente sollen Individualberatung und Kampagnen bzw. Veranstaltungen sein.

Akteure: Beratungsträger, Banken

(37) Beh-10 Grundsteuererstattung bei sehr energiesparender Bauweise

Als zusätzlichen Anreiz für Bauherren sollte die Grundsteuer für die jeweiligen Baugrundstücke für einen noch festzulegenden Zeitraum auf Antrag erstattet werden.

Für das Volumen der Grundsteuerrückerstattung sollte ein begrenztes Budget eingerichtet werden, um die finanziellen Auswirkungen zu begrenzen und auch um einen Zeitdruck (Windhundverfahren) auf die Antragsteller auszuüben.

Vor Bewilligung des Antrags sollte der Passivhausstandard durch das NEI überprüft werden. Diese Maßnahme würde Detmold auch interessanter für Bauinteressenten aus der Region machen.

Kostenträger: Stadt Detmold

Akteure: NEI / Stadt Detmold

Kosten: 50.000,- €/Jahr

(38) Frev-6 Emissionshandel

In Hessen gibt es zurzeit den Versuch, einen privaten Emissionshandel als Pilotprojekt einzuführen. Die Bürgerinnen sparen vorausgesetzt, der Ist-Zustand wurde festgelegt) Energie ein, vermindern dadurch CO₂ und verkaufen gemeinsam die Anteile.

Die Energieagentur in NRW hat ein Projekt mit ähnlicher Zielrichtung gestartet. Das Joint-Implementation Modellprojekt (JIM.NRW) richtet sich an Kommunen, die durch die Erneuerung von Heizkesselanlagen CO₂-Einsparungen erzielen. Die Energie-Agentur bündelt die erzielten Einsparungen, wandelt diese in handelbare CO₂-Zertifikate um und verkauft diese am Markt.

Kostenträger:

Akteure: NEI/Stadt Detmold/Energieagentur NRW/Betreiber von Heizungsanlagen

(39) Frev-6 Bündelung der Detmolder Energieberatung(en)

In Detmold sind ca. 30 Energieberater tätig, die zu keiner Institution gehören. Diese Gruppe besteht aus Architekten, Ingenieuren und Handwerkern die alle in diesem Themenfeld eingebunden werden müssen.

Soll das Klimaschutzkonzept wirken, müssen alle Beteiligten das gleiche Ziel und möglichst auch die gleiche Vorgehensweise haben.

Die „Detmolder Energieberatung“, die bisher kostenlos angeboten wurde, sollte kostenpflichtig werden. Das Beratungshonorar sollte sich an dem von Land subventionierten Betrag von 60,- € für die Beratung durch die Verbraucherberatung orientieren. Die Kunden erhalten dafür ein ausführliches Beratungsprotokoll mit Empfehlungen für die Modernisierung des Gebäudes.

Die bisherige „Detmolder Energieberatung“ sollte die Koordination der EnergieberaterInnen übernehmen.

Die Bereitstellung von Informationen, die Werbung und Vergabe von Aufträgen sowie die Bündelung der Beratungen sind hier eine sinnvolle und notwendige Aufgabe.

Kostenträger: Stadt Detmold

Akteure: NEI, Stadt Detmold, Energieberater

Kosten: Erlöse aus der Beratung werden in Koordinationstätigkeiten investiert

(40) Sahle-7 Motivation unterschiedlicher Nutzergruppen

A 26 Erfolge sind durch win-win-Situationen, Klimaschutz an sich ist kein überzeugendes Argument

Um das Nutzerverhalten zu verändern, ist es wichtig vorab diese entsprechend zu motivieren. Als Nutzer sind hier zu verstehen Mieter, Bewohner, Eigentümer, Investoren Stadt, Land und andere.

Motivation	Änderung Nutzerverhalten
- bessere Gesundheit (Mieter)	- Verhinderung Schimmelbildung (Mieter)
- kleinere Heizkosten (Mieter)	- bessere Lüftung (Mieter)
- Einbau Be- und Entlüftung (Eigentümer)	- besseres Raumklima (Mieter)
- besseres Wohngefühl (Mieter)	- Zufriedenheit, kleinere Fluktuation (Mieter)
- Wirtschaftlichkeit (Eigentümer)	- Investitionsbereitschaft (Eigentümer)
- angestrebte CO2 Minderung (öffentl. Hand)	- Schulung der Nutzer (öffentl. Hand)

Statistische Auswertung der energetischen Gebäudeerfassung im Detmolder Klimaschutzkonzept

1. Kellerbauteile

Gebäude-Baualter

insg. mit Angabe	567	100%
bis 1900	44	8%
1901-1949	81	14%
1950-1960	73	13%
1960-1970	96	17%
1970-1980	140	25%
1980-1990	57	10%
1990-2000	55	10%
>2000	21	4%

Keller-Bauart

insg. mit Angabe	567	100%
nicht unterkellert	72	12,7%
teilunterkellert	96	16,9%
voll unterkellert	398	70,2%

Keller-Beheizung

insg. mit Angabe	471	100%
KE unbeheizt	316	67,1%
KE teilbeheizt	150	31,8%
KE beheizt	5	1,1%

Dämmung Kellersohle*

insg. mit Angabe	172	100%
ungedämmt	115	66,9%
gedämmt	57	33,1%

Dämmung Kelleraußenwand*

insg. mit Angabe	264	100%
ungedämmt	221	83,7%
>0-5 cm	19	7,2%
>5-10 cm	19	7,2%
>10-15 cm	3	1,1%
>15-20 cm	1	0,4%
>20-25 cm	1	0,4%
>25-30 cm	0	0,0%
>30-35 cm	0	0,0%
>35-40 cm	0	0,0%
>40 cm	0	0,0%

Keller-Innenwand kalt-warm*

insg. mit Angabe	129	100%
ungedämmt	115	89,1%
gedämmt	14	10,9%

Bauart Kellerdecke

insg. mit Angabe	469	100%
Beton	379	80,8%
Stahltr. leer	46	9,8%
Stahltr. verfüllt	13	2,8%
Holz leer	13	2,8%
Holz Schüttung	5	1,1%
Holz Dämmung	4	0,9%
Porenbeton	9	1,9%

Dämmung Kellerdecke**

insg. mit Angabe	473	100%
0 cm	318	67,2%
>0-5 cm	77	16,3%
>5-10 cm	64	13,5%
>10-15 cm	11	2,3%
>15-20 cm	2	0,4%
>20-25 cm	0	0,0%
>25-30 cm	1	0,2%
>30-35 cm	0	0,0%
>35-40 cm	0	0,0%
>40 cm	0	0,0%

Luftdichtheit der Kellertür**

insg. mit Angabe	383	100%
luftdicht	154	40,2%
undicht	216	56,4%

* nur bei beheizten oder teilbeheizten Kellern

** nur zu unbeheizten Kellern

Statistische Auswertung der energetischen Gebäudeerfassung im Detmolder Klimaschutzkonzept

2. Außenwände und Dächer

Außenwand-Bauart

insg. mit Angabe	553	100%
Beton	6	1,1%
Beton Kli.+Luft	6	1,1%
Beton Kli.+WD	21	3,8%
AW-1s ohne WD	184	33,3%
AW-1s mit WDVS	75	13,6%
AW-2s ohne WD	53	9,6%
AW-2s mit WD	91	16,5%
Luftschichtmauerwerk hohl	63	11,4%
LS-Mauerwerk gedämmt	24	4,3%
Sichtfachwerk	0	0,0%
Fachwerk verputzt	2	0,4%
Fachwerk verkleidet	4	0,7%
Holz-Leichtbau	16	2,9%
Blockhaus ohne WD	1	0,2%
Blockhaus mit WD	3	0,5%
andere Bauart	4	0,7%

Außenwand Steinart

insg. mit Angabe	482	100%
Bruchstein	45	9,3%
Kalksandstein	76	15,8%
Vollziegel (1700-1950)	91	18,9%
Gitter-Z (1950-70)	133	27,6%
HLZ (1965-...)	69	14,3%
HBL-Stein (1950-...)	17	3,5%
Bims/Bimszementstein	4	0,8%
Porenbetonstein	47	9,8%

Dämmung Außenwand

insg. mit Angabe	551	100%
ungedämmt	310	56,3%
>0-5 cm	68	12,3%
>5-10 cm	114	20,7%
>10-15 cm	41	7,4%
>15-20 cm	11	2,0%
>20-25 cm	4	0,7%
>25-30 cm	2	0,4%
>30-35 cm	1	0,2%
>35-40 cm	0	0,0%
>40 cm	0	0,0%

Dachbauart

insg. mit Angabe	563	100%
SD bis First ausgebaut	100	18%
SD und KB-Decke	329	58%
nur oberste Decke	97	17%
Flachdach	37	7%

Dämmung Schrägdach

insg. mit Angabe	416	100%
ungedämmt	117	28%
>0-5 cm	24	6%
>5-10 cm	100	24%
>10-15 cm	83	20%
>15-20 cm	72	17%
>20-25 cm	10	2%
>25-30 cm	10	2%
>30-35 cm	0	0%
>35-40 cm	0	0%

Dämmung Kehlbalkendecke

insg. mit Angabe	333	100%
ungedämmt	95	29%
>0-5 cm	31	9%
>5-10 cm	92	28%
>10-15 cm	54	16%
>15-20 cm	47	14%
>20-25 cm	9	3%
>25-30 cm	2	1%
>30-35 cm	1	0%
>35-40 cm	1	0%
>40 cm	1	0%

Dämmung Flachdach

insg. mit Angabe	30	100%
ungedämmt	7	23%
>0-5 cm	1	3%
>5-10 cm	5	17%
>10-15 cm	5	17%
>15-20 cm	6	20%
>20-25 cm	2	7%
>25-30 cm	3	10%
>30-35 cm	0	0%
>35-40 cm	1	3%

Statistische Auswertung der energetischen Gebäudeerfassung im Detmolder Klimaschutzkonzept

3. Fenster und Türen

Fensterrahmen

insg. mit Angabe	552	100%
Stahl	0	0%
Holz 35mm	7	1%
Holz 2*35mm	13	2%
Holz 55 mm	165	30%
Holz 65mm	78	14%
Holz 120mm gedämmt	2	0%
PVC-2K 1965-80	84	15%
PVC-4K 1975-95	94	17%
PVC-5K 1995-...	41	7%
PVC>5K 2000-...	52	9%
PVC gedämmt 1995-...	1	0%
Alu ohne 1950-70	1	0%
Alu 2 cm 1970-90	10	2%
Alu 3 cm 1990-...	3	1%
Alu >3 cm / gedämmt	0	0%

Haustürrahmen

insg. mit Angabe	551	100%
Stahl ohne	2	0%
Holz 35-45mm	54	10%
Holz 55mm	159	29%
Holz 65mm	111	20%
Holz gedämmt	25	5%
PVC-2 K 1965-80	12	2%
PVC-4 K 1975-95	32	6%
PVC-5 K 1995-...	28	5%
PVC>5K 2000-...	15	3%
PVC gedämmt	9	2%
Alu ohne 1950-70	13	2%
Alu 2cm 1970-90	49	9%
Alu 3cm ab 1990	31	6%
Alu >3cm Passiv	2	0%
Alu >3 cm / gedämmt	0	0%

Fensterverglasung

insg. mit Angabe	551	100%
1fach	7	1%
1fach Draht	3	1%
2*1-fach	12	2%
ISO-2-fach 1960-90	338	61%
ISO-3-fach 1960-90	11	2%
WS-2-fach 1990-...	169	31%
WS-3-fach 1990-...	11	2%

Haustürverglasung

insg. mit Angabe	448	100%
1fach	104	23%
1fach Draht	19	4%
2*1-fach	2	0%
ISO-2-fach 1960-90	169	38%
ISO-3-fach 1960-90	9	2%
WS-2-fach 1990-...	128	29%
WS-3-fach 1990-...	7	2%
Füllung PVC/Holz	10	2%

Luftdichtheit des Fensters

insg. mit Angabe	492	100%
ohne Dichtungen	53	11%
nur 1 Dichtung	398	81%
2-4 Dichtungen	40	8%

Luftdichtheit der Haustür

insg. mit Angabe	529	100%
ohne Dichtungen	142	27%
nur Lippendichtung r+l+o	124	23%
Lippen-+Schwelldichtung	243	46%
nur Schwelldichtung	20	4%

Statistische Auswertung der energetischen Gebäudeerfassung im Detmolder Klimaschutzkonzept

4. Heizung, Warmwasser, Lüftung, Verbrauch

Heizungs-Bauart

insg. mit Angabe	551	100%
Zentralheizung	504	91%
Etagenheizung	33	6%
Einzelraumheizung	14	3%

Alter der Heizungsanlage

insg. mit Angabe	543	100%
1900	18	3%
1949	0	0%
1960	2	0%
1970	6	1%
1980	33	6%
1990	91	17%
2000	224	41%
>2000	169	31%

Heizenergie in der Hauptheizung

insg. mit Angabe	564	100%
Öl	128	23%
Gas	378	67%
Pellets	5	1%
Holz	8	1%
Kohle	1	0%
FW	7	1%
EWP	11	2%
Strom	26	5%
Holz (zusätzl.)	66	12%

Energieverbrauch

Hinweis: ohne evtl. 2.Heizsystem (Strom/Holz)

Einheit = kWh pro m² Wohn-Nutzfläche und Jahr

insg. mit Angabe	350	100%
<50	110	31%
50-100	41	12%
101-150	72	21%
151-200	78	22%
201-250	41	12%
251-300	30	9%
301-350	8	2%
>350	12	3%
im Mittel	158	

Art der Warmwasserversorgung

insg. mit Angabe	557	100%
aus Zentralheizung	396	71%
Therme/Etagenheizung	57	10%
dir. befeuerter Speicher	36	6%
Elektrospeicher	1	0%
Elektrodurchlauf	64	11%
aus Wärmepumpe	3	1%

Thermische Solaranlage

insg. mit Angabe	368	100%
ohne Solaranlage	313	85%
mit Solaranlage	55	15%

Warmwasserzirkulation

insg. mit Angabe	414	100%
ohne Zirkulation	191	46%
mit Zirkulation und Uhr	152	37%
mit Zirkulation ohne Uhr	71	17%

Art der Wohnungslüftung

insg. mit Angabe	563	100%
nur mit Fenster	494	88%
Fenster + Schacht	14	2%
Fenster + Einzelventilator	39	7%
Zentr.Abluftanlage	6	1%
Lüftungsanlage mit WRG	9	2%
WRG+FE	1	0%

Interesse an Energieberatung

insg. mit Angabe	381	100%
Interesse an Beratung	363	95%
kein Interesse	18	5%

Bevorzugte Art der Beratung

insg. mit Angabe	311	100%
Post	172	55%
Email	91	29%
Berater	48	15%

Ausgewählte Beispiele von CO₂-Einsparpotentialen und Einsparkosten im Detmolder Klimaschutzkonzept

Mittlerer CO₂-Emissionsfaktor für DT-Heizwärme

Brennstoff	Anzahl lt. Angabe		CO ₂ -Faktor g/kWh	Kess-Wirk %	CO ₂ -Faktor gewichtet
		%			
Öl	22,7%		321	0,85	85,63
Gas	67,0%		252	0,95	177,71
Pellets	0,9%		0	0,80	0,00
Holz	1,4%		0	0,80	0,00
Kohle	0,2%		426	0,80	0,95
FW	1,2%		0	0,95	0,00
EWP	2,0%		550	2,50	4,29
Direktstrom	4,6%		550	0,95	26,69
Summe	100,0%			Mittelwert:	295

5.1. Sanierung ungedämmter Keller-Sohlplatten unter beheizten Kellerräumen durch 8 cm oberseitige Dämmung + Trockenestrich

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon teil/vollbeheizte Keller	5.924	32,9%	
davon ungedämmte Sohle	3.961	66,9%	
mittl. Fläche	35 m ²		
Gesamtfläche	138.618 m ²		
U-Wert vorher	4,87 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	0,39 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-4,48 W/m ² K		
Heizgraddauer	33,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-20.493.337 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-6.051 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-181.528 t CO ₂		
Spezif.Kosten WD	45,00 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	34,36 €/to	bzw.	29,10 kg/€

5.2. Sanierung ungedämmter Keller-Außenwände beheizter Kellerräume durch 12 cm Perimeterdämmung anlässlich Abgrabung

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon teil/vollbeheizte Keller	5.924	32,9%	
davon ungedämmte AW	5.281	89,1%	
mittl. AW-Fläche	35 m ²		
Gesamtfläche	184.824 m ²		
U-Wert vorher	4,00 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	0,25 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-3,75 W/m ² K		
Heizgraddauer	33,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-22.872.028 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-6.753 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-202.599 t CO ₂		
Spezif.Kosten WD	24,00 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	21,89 €/to	bzw.	45,67 kg/€

Ausgewählte Beispiele von CO₂-Einsparpotentialen und Einsparkosten im Detmolder Klimaschutzkonzept

5.3. Sanierung ungedämmter Keller-Innenwände beheizter Kellerräume durch 10 cm Dämmung kalt- oder warmseitig in Trockenbau

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon un/teilbeheizte Keller	5.924	32,9%	
davon ungedämmte KE-AW	4.959	83,7%	
mittl. Fläche	20 m ²		
Gesamtfläche	99.175 m ²		
U-Wert vorher	2,60 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	0,25 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-2,35 W/m ² K		
Heizgraddauer	33,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-7.691.011 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-2.271 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-68.126 t CO ₂		
Spezif.Kosten WD	20,00 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	29,11 €/to	bzw.	34,35 kg/€

5.4. Sanierung ungedämmter Kellerdecken über unbeheizten Kellerräumen durch 10 cm Dämmung unterseitig oder im Hohlraum

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon un/teilbeheizte Keller	5.924	32,9%	
davon ungedämmte KE-DE	3.982	67,2%	
mittl. Fläche	55,0 m ²		
Gesamtfläche	219.034 m ²		
U-Wert vorher	4,00 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	0,32 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-3,68 W/m ² K		
Heizgraddauer	33,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-26.599.515 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-7.854 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-235.616 t CO ₂		
Spezif.Kosten WD	30,94 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	28,76 €/to	bzw.	34,77 kg/€

5.5. Abdichtung undichter Kellertüren zu unbeheizten Kellern

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon un/teilbeheizte Keller	5.924	32,9%	
davon undichte KE-Tür	3.341	56,4%	
mittl. Fläche	1,7 m ²		
Gesamtfläche	5.679 m ²		
Abdichtung / Delta n(50)	0,40 1/h		
Delta HWB durch Abdichtung	-2.171.459 kWh/a		(lt. PHPP)
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-641 t CO ₂ /a		
Spezif.Kosten LD	50,00 €/Tür		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	-260,52 €/to	bzw.	-3,84 kg/€

Ausgewählte Beispiele von CO₂-Einsparpotentialen und Einsparkosten im Detmolder Klimaschutzkonzept

5.6. Außendämmung einschaliger verputzter Außenwände mit 16 cm WDVS 035 oder vglb.

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon 1-schal. AW	6.184	34,4%	
davon ungedämmt	3.479	56,3%	
mittl. Fläche	140,0 m ²		
Gesamtfläche	487.124 m ²		
U-Wert vorher	1,10 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	0,20 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-0,91 W/m ² K		
Heizgraddauer	66,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-29.095.888 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-8.591 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-257.729 t CO ₂		
Spezif.Kosten WD	107,10 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	202,43 €/to	bzw.	4,94 kg/€

5.7. Außendämmung einschaliger verputzter Außenwände mit 24 cm WDVS 035 oder vglb.

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon LSM ungedämmt	149	0,8%	
mittl. Fläche	130,0 m ²		
Gesamtfläche	19.419 m ²		
U-Wert vorher	1,90 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	0,14 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-1,76 W/m ² K		
Heizgraddauer	66,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-2.255.721 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-666 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-19.981 t CO ₂		
Spezif.Kosten WD	138,04 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	134,16 €/to	bzw.	7,45 kg/€

5.8. Kerndämmung von leerem Luftschichtmauerwerk mit 8 cm Einblasdämmung WLG 035

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon LSM ungedämmt	2.051	11,4%	
mittl. Fläche	130,0 m ²		
Gesamtfläche	266.582 m ²		
U-Wert vorher	1,90 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	0,60 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-1,30 W/m ² K		
Heizgraddauer	66,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-22.872.759 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-6.754 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-202.605 t CO ₂		
Spezif.Kosten WD	23,80 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	31,32 €/to	bzw.	31,93 kg/€

Ausgewählte Beispiele von CO₂-Einsparpotentialen und Einsparkosten im Detmolder Klimaschutzkonzept

5.9. Kern- und Außendämmung von leerem Luftschichtmauerwerk mit 8 cm Einblasdämmung WLG 035 und 10 cm WDVS 035

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon LSM ungedämmt	2.051	11,4%	
mittl. Fläche	130,0 m ²		
Gesamtfläche	266.582 m ²		
U-Wert vorher	1,90 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	0,22 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-1,68 W/m ² K		
Heizgraddauer	66,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-29.523.454 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-8.717 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-261.517 t CO ₂		
Spezif.Kosten WD	95,20 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	97,04 €/to	bzw.	10,30 kg/€

5.10. Dämmung Schrägdach von außen bei Neueindeckung mit 14 cm Zwischensparrendämmung WLG 035

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon mit Schrägdach	13.716	76,2%	
davon ungedämmt	3.858	28,1%	
mittl. Fläche	105,0 m ²		
Gesamtfläche	405.045 m ²		
U-Wert vorher	2,87 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	0,35 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-2,52 W/m ² K		
Heizgraddauer	66,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-67.367.078 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-19.891 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-596.732 t CO ₂		
Spezif.Kosten WD	16,66 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	11,31 €/to	bzw.	88,43 kg/€

5.11. Dämmung Schrägdach von außen bei Neueindeckung mit 14 cm Zwischen- + 14 cm Aufsparrendämmung WLG 035

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon mit Schrägdach	13.716	76,2%	
davon ungedämmt	3.858	28,1%	
mittl. Fläche	105,0 m ²		
Gesamtfläche	405.045 m ²		
U-Wert vorher	2,87 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	0,16 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-2,71 W/m ² K		
Heizgraddauer	66,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-72.446.342 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-21.391 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-641.724 t CO ₂		
Spezif.Kosten WD	28,00 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	17,67 €/to	bzw.	56,58 kg/€

**Ausgewählte Beispiele von
CO₂-Einsparpotentialen und Einsparkosten
im Detmolder Klimaschutzkonzept**

**5.12. Dämmung oberste Beton-Geschossdecke von oben
mit 40 cm Aufblasdämmung bei ungenutztem Dachraum**

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon mit ob.Betondecke	3.101	17,2%	
davon ungedämmt	885	28,5%	
mittl. Fläche	80,0 m ²		
Gesamtfläche	70.779 m ²		
U-Wert vorher	3,50 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	0,11 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-3,39 W/m ² K		
Heizgraddauer	66,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-15.840.793 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-4.677 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-140.317 t CO ₂		
Spezif.Kosten WD	26,18 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	13,21 €/to	bzw.	75,72 kg/€

**5.13. Dämmung oberste Beton-Geschossdecke von oben
mit 24 cm PS-Dämmung 035 + Verlegeplatte**

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon mit Kehlbalkendecke	3.101	17,2%	
davon ungedämmt	885	28,5%	
mittl. Fläche	80,0 m ²		
Gesamtfläche	70.779 m ²		
U-Wert vorher	3,50 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	0,14 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-3,36 W/m ² K		
Heizgraddauer	66,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-15.709.994 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-4.639 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-139.158 t CO ₂		
Spezif.Kosten WD	53,55 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	27,24 €/to	bzw.	36,71 kg/€

**5.14. Dämmung Kehlbalkendecke nur ihm Hohlraum
16 cm Zellulose-Dämmung**

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon mit Kehlbalkendecke	10.519	58,4%	
davon ungedämmt	3.001	28,5%	
mittl. Fläche	50,0 m ²		
Gesamtfläche	150.041 m ²		
U-Wert vorher	2,08 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	0,28 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-1,80 W/m ² K		
Heizgraddauer	52,80 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-14.275.722 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-4.215 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-126.453 t CO ₂		
Spezif.Kosten WD	29,27 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	34,73 €/to	bzw.	28,79 kg/€

**Ausgewählte Beispiele von
CO₂-Einsparpotentialen und Einsparkosten
im Detmolder Klimaschutzkonzept**

5.15. Dämmung Kehlbalkendecke auf NEH-Standard**Decke oben geöffnet, aufgedoppelt, Folie und 30 cm Zellulose-Dämmung**

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon mit Kehlbalkendecke	10.519	58,4%	
davon ungedämmt	3.001	28,5%	
mittl. Fläche	50,0	m ²	
Gesamtfläche	150.041	m ²	
U-Wert vorher	2,08	W/m ² K	
U-Wert gedämmt	0,17	W/m ² K	
Delta-U durch WD	-1,91	W/m ² K	
Heizgraddauer	52,80	kKh/a	
Red. Wärmeabfluss	-15.155.082	kWh/a	
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-4.475	t CO ₂ /a	
Nutzdauer	30	a	
Red. CO ₂ gesamt	-134.243	t CO ₂	
Spezif.Kosten WD	41,77	€/m ²	
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	46,68	€/to	bzw. 21,42 kg/€

5.16. Dämmung Beton-Flachdach mit bisher nur 5 cm Korkdämmung mit 24 cm zus. PS 035 auf Dachhaut

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon mit Flachdach	1.183	6,6%	
davon WD ca 5 cm	39	3,3%	
mittl. Fläche	100,0	m ²	
Gesamtfläche	3.943	m ²	
U-Wert vorher	0,79	W/m ² K	
U-Wert gedämmt	0,12	W/m ² K	
Delta-U durch WD	-0,67	W/m ² K	
Heizgraddauer	52,80	kKh/a	
Red. Wärmeabfluss	-139.493	kWh/a	
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-41	t CO ₂ /a	
Nutzdauer	30	a	
Red. CO ₂ gesamt	-1.236	t CO ₂	
Spezif.Kosten WD	35,70	€/m ²	
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	113,93	€/to	bzw. 8,78 kg/€

5.17. Ersatz von Einfachfenstern durch PVC-5-Kammerrahmen mit 2-fach WS-Glas

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon mit Einfachfenstern	327	1,8%	
mittl. Fläche	25,0	m ²	
Gesamtfläche	8.167	m ²	
U-Wert vorher	5,10	W/m ² K	
U-Wert gedämmt	1,30	W/m ² K	
Delta-U durch WD	-3,80	W/m ² K	
Heizgraddauer	66,00	kKh/a	
Red. Wärmeabfluss	-2.048.276	kWh/a	
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-605	t CO ₂ /a	
Nutzdauer	30	a	
Red. CO ₂ gesamt	-18.143	t CO ₂	
Spezif.Kosten	280,00	€/m ²	
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	126,04	€/to	bzw. 7,93 kg/€

Ausgewählte Beispiele von CO₂-Einsparpotentialen und Einsparkosten im Detmolder Klimaschutzkonzept

5.18. Ersatz von Einfachfenstern**durch PVC-5-Kammerrahmen mit 3-fach WS-Glas**

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon mit Einfachfenstern	327	1,8%	
mittl. Fläche	25,0 m ²		
Gesamtfläche	8.167 m ²		
U-Wert vorher	5,10 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	1,00 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-4,10 W/m ² K		
Heizgraddauer	66,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-2.209.982 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-653 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-19.576 t CO ₂		
Spezif.Kosten	325,00 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	135,59 €/to	bzw.	7,38 kg/€

5.19. Ersatz von Einfachfenstern**durch gedämmte Rahmen mit 3-fach WS-Glas**

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon mit Einfachfenstern	327	1,8%	
mittl. Fläche	25,0 m ²		
Gesamtfläche	8.167 m ²		
U-Wert vorher	5,10 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	0,80 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-4,30 W/m ² K		
Heizgraddauer	66,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-2.317.786 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-684 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-20.531 t CO ₂		
Spezif.Kosten	450,00 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	179,01 €/to	bzw.	5,59 kg/€

5.20. Mehraufwand für 3-fach-Glas bei sowieso neuen PVC-Fenstern

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon alte Fenster	11.760	65,3%	
mittl. Fläche	25,0 m ²		
Gesamtfläche	294.011 m ²		
U-Wert vorher	1,30 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	0,90 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-0,40 W/m ² K		
Heizgraddauer	66,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-7.761.887 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-2.292 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-68.754 t CO ₂		
Spezif.Kosten	35,00 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	149,67 €/to	bzw.	6,68 kg/€

Ausgewählte Beispiele von CO₂-Einsparpotentialen und Einsparkosten im Detmolder Klimaschutzkonzept

5.21. Glasaustausch in vorh. Holz- oder PVC-Fenstern**2-fach-WS-Glas statt 2-fach-Isolierglas**

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon mit 2-fach-Isoglas	11.042	61,3%	
mittl. Fläche	25,0 m ²		
Gesamtfläche	276.044 m ²		
U-Wert vorher	3,10 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	1,60 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-1,50 W/m ² K		
Heizgraddauer	66,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-27.328.312 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-8.069 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-242.072 t CO ₂		
Spezif.Kosten	120,00 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	136,84 €/to	bzw.	7,31 kg/€

5.22. Glasaustausch in vorh. Holzfenstern**3-fach-WS-Glas statt 2-fach-Isolierglas**

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon mit 2-fach-Isoglas	11.042	61,3%	
mittl. Fläche	25,0 m ²		
Gesamtfläche	276.044 m ²		
U-Wert vorher	3,10 W/m ² K		
U-Wert gedämmt	1,00 W/m ² K		
Delta-U durch WD	-2,10 W/m ² K		
Heizgraddauer	66,00 kWh/a		
Red. Wärmeabfluss	-38.259.637 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-11.297 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-338.901 t CO ₂		
Spezif.Kosten	160,00 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	130,32 €/to	bzw.	7,67 kg/€

5.23. Einbau Gas-BWK statt Gasspezialkessel

Gesamtzahl	18.000	100,0%	
davon alte Gaskessel	4.381	24,3%	
mittl. spezif. HWB	158 kWh/m ² a		
mittl. Wohn-Nutzfläche	214 m ²		
mittl. gesamter HWB	148.107.951 kWh/a		
Hzg-Wirkg-Grad vorher	85 %		
Hzg-Wirkg-Grad vorher	100 %		
Wirk-Grad-Differenz	-15 %		
Gasersparnis	-22.216.193 kWh/a		
Red. CO ₂ gesamt p.a.	-5.596 t CO ₂ /a		
Nutzdauer	30 a		
Red. CO ₂ gesamt	-167.888 t CO ₂		
Spezif.Kosten	6.500,00 €/m ²		
Spezif.Kosten CO ₂ -Red	169,62 €/to	bzw.	5,90 kg/€