



Programmsteuerung:
Klima- und Energiefonds

Programmabwicklung:
Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)



ENERGIE DER ZUKUNFT

Publizierbarer Endbericht

Projektnummer: 817584

UTE – Telearbeit und Energieeffizienz **Untersuchungen des Zusammenhangs zwischen Telearbeit** **und der Gesamtenergieeffizienz der Gesellschaft**

Leitung:

Brian Cody, Univ.-Prof. BSc(Hons) CEng MCIBSE

Autoren:

Andreas Ampenberger, Univ.-Ass. DI
Wolfgang Löschnig, Univ.-Ass. DI Architekt
Eduard Alexander Petriu, Univ.-Ass. DI
Daniel Podmirseg, Mag. Arch.
Bernhard Sommer, Univ.-Ass. DI Architekt
Hannes Traxler, Dr.

Experten

Volker Buscher DI
Martin Fellendorf, Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Raimund Gutmann, Dr.

Mitarbeiter:

Doris Damm
Alexander Eberl
Christian Schneeberger
Gregor Thiel

1 Einleitung	5
1.1 Aufgabenstellung	5
1.2 Schwerpunkte des Projektes	5
1.3 Einordnung in das Programm	6
1.4 Verwendete Methoden	6
1.5 Aufbau der Arbeit	7
2 Inhaltliche Darstellung	8
2.1 Methodik	8
2.1.1 Ausgangssituation	8
2.1.1.1 Bürogebäude als Arbeitsort	8
2.1.1.2 Wohnsituation der Belegschaft	8
2.1.1.3 Pendlerdistanzen und verwendetes Verkehrsmittel	8
2.1.1.4 Informationstechnologie	8
2.1.2 Mitarbeitertypen - Bildung	9
2.1.2.1 Mitarbeitertypen - Definition im Detail	9
2.1.3 Casestudies	10
2.1.3.1 Grad der Tlearbeit	11
2.1.4 Computergestützte Berechnungen der Ergebnisse	12
2.1.4.1 Lokalisierung der energetischen Haupteinflussfaktoren	12
2.2 Modellansatz	14
2.2.1 Kurzbeschreibung	14
2.2.2 Theoretischer Aufbau des Modells	14
2.2.2.1 Betriebsenergie - Herstellungsenergie	14
2.2.2.2 Aufbau des Rechenmodells	15
2.2.2.3 Grad Tlearbeit - Definition	15
2.2.2.4 Modul - Typenbildung	16
2.2.2.5 Modul – Bürogebäude	17
2.2.2.6 Modul – Wohngebäude	19
2.2.2.7 Modul - Verkehr	20
2.2.2.8 Modul - IT	22
2.2.2.9 Modul – Ergebnisse	23
2.2.3 Kennwerte	23
2.3 Flächenkennwerte	25
2.3.1 Flächenkennwerte Wohnen	25
2.3.2. Flächenkennwerte Büro	26
2.3.2.1. Arbeitsplatzfläche	26
2.3.2.2 Allgemeinfläche	27
2.3.2.2 Gesamtfläche	27
2.4 Energiekennwerte	29
2.4.1 Energiekennwerte Wohngebäude	29
2.4.2 Energiekennwerte Bürogebäude	31
2.4.3 Energiekennwerte IT	34
2.4.4 Kennwerte Verkehr	34
2.5 Casestudies	36
2.5.1. Vorstudien	36
2.5.2. Detailstudien	37
2.5.3. Referenzstudien	42
3 Ergebnisse	43
3.1 Ergebnisse auf Unternehmensebene	43
3.1.1. Auswirkungen der regionalen Lage auf die Gesamtenergieeffizienz eines Unternehmens	43
3.1.2. Auswirkung des energetischen Standards der Bürogebäude auf die Gesamtenergieeffizienz eines Unternehmens	44
3.1.3. Auswirkung der Bürotypologie auf die Gesamtenergieeffizienz eines Unternehmens	44

3.2 Hochrechnung auf Österreich	46
3.3 Auswirkung unterschiedlicher Optimierungs-maßnahmen auf die Gesamtenergieeffizienz eines Unternehmens	48
3.4 Diskussion	50
3.5 Firmenkontakte	51
3.5.1 Interview	51
3.5.2 Aktuelle Umsetzung des Telearbeitsmodells	51
3.5.3 Potentielle Hindernisse für die Umsetzung von Telearbeit	51
3.5.4 Auswirkungen auf die Informationstechnologie	52
3.6 Soziologie	53
3.6.1 Wie wird aus soziologischer Sicht die gesellschaftliche Akzeptanz vermehrter Telearbeit einzuschätzen sein?	53
3.6.1.1 Thesen und Einschätzungen	54
3.6.2 Ist mit steigender Telearbeit mit einem Defizit an sozialem Austausch innerhalb der Belegschaft eines Unternehmens zu rechnen?	55
3.6.2.1 Thesen und Einschätzungen	55
3.6.3 Wie ist die Bedeutung des physischen Ortes für die Identifikation der Belegschaft mit dem Unternehmen?	55
3.6.3.1 Thesen und Einschätzungen	55
3.6.4 Welche Einflüsse hat vermehrtes Telearbeiten auf die Kommunikation zwischen der Unternehmensführung und der Belegschaft eines Unternehmens?	56
3.6.4.1 Thesen und Einschätzungen	56
3.6.5 Welche soziologisch relevanten Themen müssen bei einem Anstieg von Telearbeit auf Unternehmerseite beachtet werden?	56
3.6.5.1 Thesen und Einschätzungen	56
3.6.6 Welche soziologisch relevanten Themen müssen bei einem Anstieg von Telearbeit auf Seite der Arbeitnehmer beachtet werden?	57
3.6.6.1 Thesen und Einschätzungen	57
3.6.7 Welche soziologischen Folgeerscheinungen können durch Erwerbstätigkeit in den eigenen vier Wänden auftreten und was muss im privaten Umfeld des Mitarbeiters beachtet werden?	57
3.6.7.1 Thesen und Einschätzungen	58
3.7 Auswirkungen auf den Typus des Bürogebäudes	59
3.7.1 Auswirkungen auf den Typus des Wohngebäudes	60
3.7.2 Auswirkungen auf die Stadtplanung	60
3.7.3 Konsequenzen	61
3.8 Hyperbuildings	63
3.9 Konferenzbericht	68
4 Ausblick und Empfehlungen	70
5. Literaturverzeichnis	71
6. Anhang	72

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Spätestens seit dem Anbruch des Internetzeitalters besteht wenigstens theoretisch die Möglichkeit, dass ein beachtlicher Anteil der arbeitenden Bevölkerung zumindest einen Teil ihrer Arbeit erledigen könnte ohne dabei das Zuhause zu verlassen. Am Anfang der Diskussionen über diese Möglichkeit brach zunächst eine Welle der Begeisterung über die damit einhergehenden individuellen Freiheiten aus. Aus Sicht der Leitungsebenen der Unternehmen wurde natürlich auch über mögliche Einsparungen spekuliert, welche durch die Reduzierung der anzumietenden Flächen zu erzielen wären. Ähnlich wie im Falle des seit langem angekündigten papierlosen Büros jedoch scheint auch hier in den letzten 20 Jahren wenig passiert zu sein. Vor dem Hintergrund des notwendigen Ziels, die Energieeffizienz unserer Gesellschaft aus bekannten Gründen drastisch zu erhöhen, gewinnt jedoch dieses Thema wieder einiges an Relevanz. Die Frage des Zusammenhangs zwischen Telearbeit und Energieeffizienz ist jedoch kaum erforscht und die wenigen Studien, die sich mit diesem Thema beschäftigen, gehen unzureichend in die Tiefe.

Im Rahmen dieses Projektes geht es darum, die Frage zu klären, in wie weit die Umsetzung von verschiedenen Szenarien der Telearbeit die Gesamtenergieeffizienz in der Gesellschaft beeinflussen würde. Dazu wird die Energieeffizienz beruhend auf derzeitigen Arbeitsstrukturen sowie die künftige Energieeffizienz von auf Telearbeit ausgerichteter Szenarien untersucht. Angestrebt wird die Ermittlung eines Gesamtbildes (Gesamtenergieeffizienz), so dass alle wesentlichen Einflussfaktoren betrachtet werden: Gebäudebezogene Einflüsse wie Veränderungen im Energie- und Ressourcenhaushalt der Gebäude sollen den Forschungsschwerpunkt bilden, hinzu kommen der äußerst energierelevante Bereich Mobilität und Verkehr sowie eine Berücksichtigung soziologischer Aspekte und Einflüsse der Telekommunikation. Die Bereiche Mobilität, Soziologie und Telekommunikation werden von Expertenarbeitsgruppen abgedeckt.

1.2 Schwerpunkte des Projektes

Im vorliegenden Forschungsprojekt werden die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Telearbeitsformen und der Gesamtenergieeffizienz der Gesellschaft untersucht. Dabei werden Möglichkeiten einer Neustrukturierung der physischen und virtuellen Infrastruktur der Gesellschaft (Gebäude, Verkehrs- und IT-Systeme) untersucht, um das Potential zur Gesamtenergieeffizienzsteigerung der Gesellschaft auszuloten. Bei diesen Untersuchungen werden die energetischen Strukturen von typischen Dienstleistungsunternehmen abgebildet, welche wiederum aus Gebäuden, Verkehrswegen und IT-Netzen bestehen. Hintergrund ist die Erkenntnis, dass obwohl Architektur und Urban Design eine dominierende Rolle im Gesamtenergieverbrauchsverhalten eines Landes wie Österreich spielen und daher das theoretischen Potential zu Energieeffizienzsteigerung auf diesen Sektoren enorm ist; all das, was zur Zeit unternommen wird, und auch das, was bisher gedacht und von politischer Seite unterstützt wird, einen nicht wirklich bedeutenden Beitrag zur Gesamtlösung der anstehenden Probleme ausmachen kann. Im Prinzip müssen die physischen und virtuellen Strukturen unserer Gesellschaft neu gedacht und umstrukturiert werden. Wir müssen das Gebilde „Stadt“ neu denken. Dieses Projekt befaßt sich mit der Frage des Zusammenhangs zwischen verschiedenen Formen der Telearbeit und der Gesamtenergieeffizienz in der Gesellschaft. Anhand von theoretischen Casestudies und mittels Computersimulationen mit virtuellen Modellen als methodischer Schwerpunkt werden verschiedene Szenarien der Telearbeit untersucht und deren energetische Konsequenzen aufgezeigt.

1.3 Einordnung in das Programm

Die Frage der Umsetzung verschiedener Szenarien der Telearbeit in den nächsten Jahren wird sich zunehmend stellen und es ist daher von essentieller Bedeutung zu wissen, welche Konsequenzen eine solche Entwicklung auf die Energieeffizienz der Gesellschaft haben wird. Welche Rahmenbedingungen sind erforderlich, damit eine solche Entwicklung zu einer Erhöhung und nicht Verschlechterung der Energieeffizienz führt? Wenn eine wesentliche Verbesserung in der Energieeffizienz mit einer konsequenten Umsetzung von Telearbeit erzielbar wäre, könnte eventuell die Frage der Energieeffizienz der Auslöser einer solchen Entwicklung werden? Diese Fragen sind international bisher kaum erforscht worden. Vor dem Hintergrund der Notwendigkeit die CO₂-Emissionen Österreichs in den kommenden Jahren und Jahrzehnten drastisch zu reduzieren, ist die Beantwortung der vorliegenden Forschungsfragen für Österreich von äußerster Relevanz, bieten sich bei einer entsprechenden Umsetzung der hier angedachten Strategien potentielle Energieeinsparungen sowohl im Gebäudesektor als auch im Verkehrssektor.

Das Ziel des Projektes ist es, einerseits Strategien aufzuzeigen, welche für verschiedene Dienstleistungsunternehmen aber auch auf individueller und gesamtgesellschaftlicher Ebene aus energetischer Sicht besonders interessant wären, und andererseits eine Abschätzung der wahrscheinlichen Konsequenzen einer Umsetzung von verschiedenen Telearbeitsformen auf die Gesamtenergieeffizienz des gesamten Landes zu ermöglichen, damit rechtzeitig entsprechende Initiativen und Strategien auf Bundes- und Landesebene zur Sicherung einer positiven und nachhaltigen gesellschaftlichen Entwicklung implementiert werden können. Ein besonderer Fokus wird dabei auf die energetischen und räumlichen Anforderungen zukünftiger Gebäudestrukturen (Büro- und Wohngebäuden) gelegt, welche die anvisierten Formen von Telearbeit sowohl erfordern als ggf. auch ermöglichen würden.

1.4 Verwendete Methoden

Typische energetische Gesamtstrukturen (Gebäude, Verkehrs und IT-Systeme) von Dienstleistungsunternehmen werden herausgearbeitet und ihr energetisches Verhalten für verschiedene Zukunftsszenarien abgebildet und untersucht. Die jeweilige Gesamtenergieeffizienz der Szenarien wird anhand eines computerunterstützten Modells ermittelt, das die energetische Kennwerte aller Einzelelemente der Gesamtstruktur mathematisch verknüpft. Es wird untersucht, welche Änderungen in Gebäude- und Verkehrsstruktur, Telekommunikation und Arbeitshilfen bei konsequenter Ausrichtung auf Telearbeit für eine Steigerung der Energieeffizienz dazu in Zukunft notwendig sind und inwieweit der Gebäudebestand dazu beitragen kann. Anforderungen an die künftige Gebäudestruktur werden durch Gebäudeentwurf, Einsatz von Lebenszyklusanalysen und thermisch-energetischen Simulationen bestimmt.

Die so entwickelten Modelle werden mit den bestehenden Strukturen von österreichischen Dienstleistungsunternehmen abgeglichen, um zu Aussagen zur praktischen Machbarkeit der verschiedenen Strategien und dadurch anhand von Mapping und Hochrechnung Prognosen für die Auswirkungen auf die Gesamtenergieeffizienz in Österreich zu gelangen. Da davon ausgegangen werden muss, dass eine Zunahme von Teleworking in irgendwelchen Formen in den nächsten Jahren zu erwarten ist, werden die hierdurch erzielten Ergebnisse sehr interessant sein; sowohl im Hinblick auf das mögliche Potential der Energieeffizienzsteigerung (Best Case) als auch im Hinblick auf das Absehen der energetischen Konsequenzen einer Umsetzung von Teleworking ohne konsequente Anpassungen und Adaptionen der Strukturen (Worst Case), so dass für diesen Fall entsprechende Strategien rechtzeitig entwickelt werden können.

1.5 Aufbau der Arbeit

Einleitend wurde ein Modell zur gesamtenergetischen Abbildung von Dienstleistungsunternehmen verschiedenster Unternehmensstrukturen entwickelt. Durch Zusammenfassen von Mitarbeitern mit ähnlichen energetischen Eigenschaftsprofilen zu so genannten Mitarbeitertypen, konnte eine skalierbare, auflösungsabhängige Abbildung der Belegschaft eines Unternehmens umgesetzt werden.

Sämtliche flächenbezogenen Kennwerte wurden anhand von Fallstudien unterschiedlicher Bürotypologien und Gebäudegrößen, sowie über statistischen Datenerhebungen für den Wohnbau ermittelt. Die spezifischen Energiekennwerte auf Gebäudeebene wurden mittels dynamischen- thermischen Simulationen errechnet. Die Daten des Verkehrs- und IT- Sektors wurden durch externe Experten zur Verfügung gestellt. Diese Flächen- und Energiekennwerte bilden die Eingabeparameter des, für die Ermittlung des Energiebedarfs pro Mitarbeiter eines Unternehmens, entwickelten computergestützten Rechenmodells.

Die ermittelten Rechenergebnisse wurden für die jeweiligen Unternehmensszenarien miteinander verglichen, um die Haupteinflussfaktoren für den Gesamtenergiebedarf aufzuzeigen. Auf Basis der Ergebnisse wurde mittels Hochrechnung das gesamtenergetische Einsparpotential für Gesamtösterreich ermittelt.

Die Betrachtung der Auswirkungen konsequenter Umsetzung von Telearbeit auf städtebaulicher Ebene führte zu Entwicklung völlig neuer Gebäudetypologien und Stadtstrukturen.

In interviewartigen Gesprächen wurden die Potentiale und Risiken von Telearbeit mit Unternehmen, die in, für die Umsetzung des Arbeitsmodells geeigneten Tätigkeitsbereich agieren, ermittelt.

In Zusammenarbeit mit einem Experten aus dem Bereich Soziologie wurden soziologisch relevante Fragestellungen im Laufe der Untersuchungen zu Telearbeit besprochen und in einem Katalog zusammengefasst.

Die Forschungsergebnisse wurden am 10.06.2011 im Rahmen der 'EnergyCity Conference' an der TU Graz einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt.

2 Inhaltliche Darstellung

2.1 Methodik

2.1.1 Ausgangssituation

Zu Beginn des Forschungsprojekts stellte sich die Frage nach der Abbildungsmethode für das gesamtenergetischen Verhaltens eines Dienstleistungsunternehmens. Hierfür wurde ein Modellansatz gewählt, der das zentrale Bürogebäude, die Wohnsituationen der Mitarbeiter, das Pendlerverkehrsaufkommen, sowie die Infrastruktur für Informationstechnologie in Betracht zieht.

2.1.1.1 Bürogebäude als Arbeitsort

Ausgangspunkt für das gesamtenergetische Modell stellt das zentrale Bürogebäude des Dienstleistungsunternehmens dar. Als Ausgangssituation wird angenommen, dass alle Mitarbeiter ihre Arbeitsleistung die gesamte Arbeitswoche hindurch im zentralen Bürogebäude erledigen. Für das jeweilige Ausgangsszenario der Untersuchungen wurde eine Vielzahl von verschiedenen Bürogebäudetypologien mit variierender Gesamtgröße in unterschiedlichen Energiestandards geplant. Aus diesen Casestudies konnten genaue Flächenkennwerte für die Trennung von Arbeitsplatzfläche und Allgemeinfläche entnommen werden. Mittels thermischer Computersimulation wurde der jeweilige durchschnittliche Energiekennwert für das jeweilige Bürogebäude ermittelt.

2.1.1.2 Wohnsituation der Belegschaft

Die Wohnsituation der Mitarbeiter wurde auf Grundlage statistischer Datenquellen zwischen der Wohnhaustypologie des Einfamilienhauses und der des Mehrfamilienhauses verteilt. Zur Erzeugung durchschnittlicher Energiekennwerte der Wohnsituationen der Mitarbeiter wurden Simulationen für verschiedene Haushaltsgrößen, thermische Standards der Wohngebäude, einem eigenen Energiekennwert für Flächenzuwachs im Wohnraum je Wohnsituation und der sich mit steigendem Grad der Telearbeit verändernden Nutzungsauslastung erstellt.

2.1.1.3 Pendlerdistanzen und verwendetes Verkehrsmittel

In Zusammenarbeit mit dem Verkehrsexperten wurde die statistische Verteilung der Pendlerdistanzen und der dazu verwendeten Verkehrsmittel in Abhängigkeit von der geographischen Lage des Bürogebäudes unterteilt in Bundeshauptstadt, Landeshauptstädte und dem Rest Österreichs auf die Unternehmensbelegschaft übertragen.

Für die Wahl des Verkehrsmittels wurde unterschieden zwischen PKWs mit unterschiedlicher Verbrauchscharakteristik, Verkehrsmittel des öffentlichen Verkehrsnetzes und verbrauchsneutralen Fortbewegungsformen zu Fuß oder mittels Fahrrad, etc.

2.1.1.4 Informationstechnologie

Der Einfluss der Infrastruktur für Informationstechnologie wurde in Zusammenarbeit mit dem IT-Experten bewertet und in das Modell eingebracht. Die grobe Unterteilung basiert auf der Trennung zwischen dem IT-Equipment, das dem Mitarbeiter unmittelbar zur Verfügung steht, und dem Anteil an innerbetrieblichen, sowie öffentlicher IT-Infrastruktur.

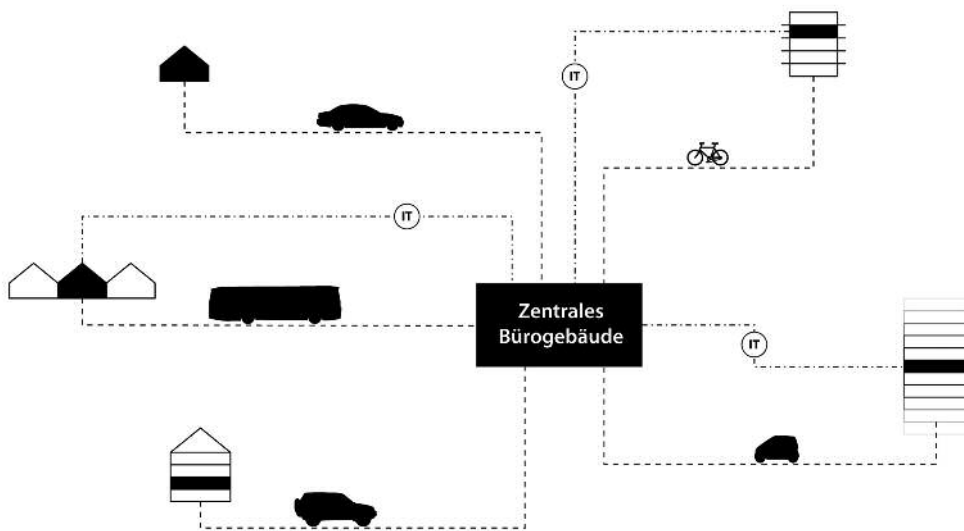


Abbildung 1: Energetische Gesamtstruktur eines Dienstleistungsunternehmens

2.1.2 Mitarbeitertypen - Bildung

Um das gesamte Dienstleistungsunternehmen energetisch abzubilden musste das energetische Verhalten aller Mitarbeiter in Betracht gezogen werden. Dabei wurde nach einer Methode gesucht, die flexibel genug ist Unternehmen mit einigen Dutzend bis zu mehreren tausend Mitarbeitern abzubilden. Dies wurde bewerkstelligt indem Mitarbeiter mit ähnlichen energetischen Verhalten zu so genannten Mitarbeitertypen zusammengefasst wurden. Somit lässt sich sowohl die Datenmenge handhaben, als auch die Abbildungsauflösung steuern. Beispielsweise kann ein kleineres Unternehmen mit 50 Mitarbeiter so dargestellt werden, dass jeder Mitarbeiter einem Mitarbeitertyp entspricht und somit eine sehr genaue Abbildung ermöglicht. Andererseits kann ein Unternehmen mit 1000 Mitarbeiter ebenfalls in nur 50 Mitarbeitertypen dargestellt werden, was einer größeren Abbildungsauflösung entspricht, wodurch ein erster Eindruck des gesamtenergetischen Verhaltens des Unternehmens abgeschätzt werden kann. Durch Hinzufügen neuer Mitarbeitertypen und Änderung der von einem Mitarbeitertypen repräsentierten Anzahl an Mitarbeitern kann die Abbildung der Belegschaft nachträglich verfeinert werden.

2.1.2.1 Mitarbeitertypen - Definition im Detail

Jeder Mitarbeitertyp besteht zuallererst aus einer eindeutigen Identifikationsnummer. Im nächsten Schritt wird die Anzahl der Mitarbeiter festgelegt, die durch diesen Mitarbeitertypen abgebildet werden. Im folgenden Verkehrsblock werden die Distanz des täglich zurückgelegten Arbeitsweges und der verwendete Verkehrsmitteltyp abgefragt. Der abschließende Block, die Wohnsituation betreffend, gliedert sich in Angaben zur Wohnbautypologie, Flächenangaben zur Haushaltsgröße und dem Energiestandard des Wohngebäudes.

Diese Daten bilden die energetische Charakteristik des angelegten Mitarbeitertyps, die in die Software eingespeist werden. Durch mehrfache Wiederholung des beschriebenen Prozesses lassen sich beliebig viele Mitarbeitertypen, in Abhängigkeit von der erwünschten Abbildungsauflösung, definieren. Die Summe aller angelegten Mitarbeitertypen stellt energetisch die gesamte Belegschaft eines Unternehmens dar.

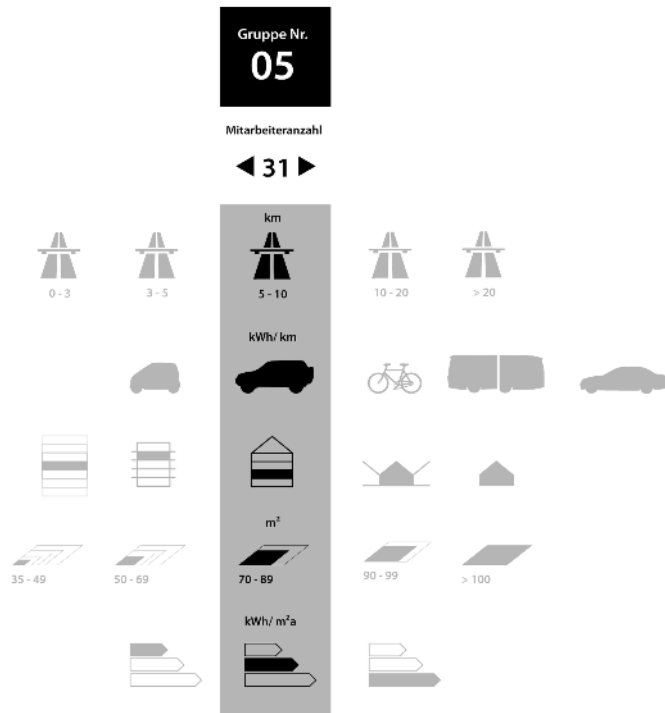


Abbildung 2: Definition eines Mitarbeitertypen

2.1.3 Casestudies

Die bereits erwähnten Casestudies dienen als Ausgangsszenarios für die anschließenden Untersuchungen der Beziehung zwischen Telearbeit und dem Gesamtflächen- und Energieverbrauch des betrachteten Dienstleistungsunternehmens. Für die jeweiligen Bürogebäude wurden typische Bürogrundrisse verwendet. Die Casestudies unterscheiden sich in Mitarbeiteranzahl, Branche, Firmenstandort und Energiestandard des Bürogebäudes. Demzufolge weist jede Casestudy spezifische Einflussfaktoren in Bezug auf die Gesamtverteilung der Pendlerdistanzen, der Verkehrsmittelwahl, der Wohngebäudetypologien, der Haushaltsgrößen und des Energiestandards für Wohngebäude innerhalb der Belegschaft auf.

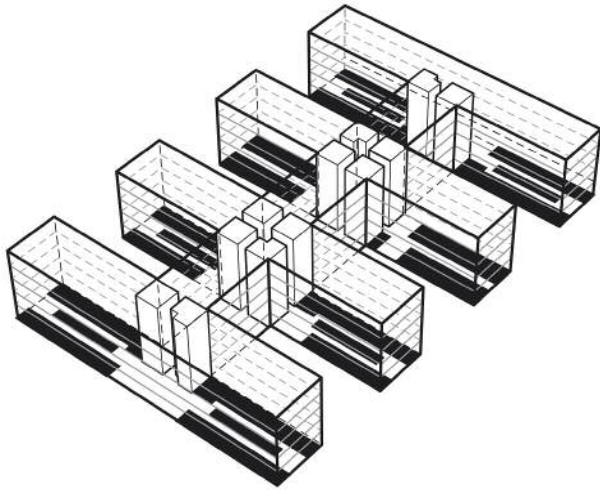


Abbildung 3: Bürogebäude für Casestudy C

2.1.3.1 Grad der Telearbeit

Zur Beschreibung des Anteils an Telearbeit im gesamten Unternehmen wurde der Begriff „Grad der Telearbeit“, kurz GTA, eingeführt. GTA beschreibt den Anteil an Arbeitsleistung des gesamten Unternehmens, der im Telearbeitsmodell ausgeführt wird. Der GTA dient dazu das Verhältnis zwischen Arbeitsleistung von zu Hause und Arbeitsleistung im zentralen Büro für das jeweilige Szenario zu beschreiben. Für die weiteren Untersuchungen wurde der GTA schrittweise erhöht. Daraus ergibt sich eine Änderung im Flächenbedarf für das zentrale Bürogebäude. In Folge wurde die Größe des zentralen Bürogebäudes den Anforderungen des jeweiligen Szenarios angepasst. Mit der Annäherung des GTAs an das, mit 4 Arbeitstagen als Maximum definierte, Telearbeitsszenario wurde eine Änderung der Bürotypologie für die Büroräumlichkeiten erforderlich. Bei einem maximalen GTA konnte die klassische Zuordnung eines Arbeitsplatzes zu einem Mitarbeiter nicht mehr aufrechterhalten werden. Die Einführung von Desksharing allein reicht jedoch nicht aus den hohen, wechselnden Bedarf an Besprechungsräumen, abgrenzbaren Räumen für Kundengespräche und häufigen, kurzzeitigen Rückzug für ruhiges, produktives Arbeiten gerecht werden. Als Folge wurde die gesamte Arbeitsplatzorganisation des Szenarios ab einem bestimmten GTA umstrukturiert. Es wird ein flexibles System zur Raumnutzung vorgeschlagen, dass eine ganze Palette von Arbeitsplatzszenarien anbietet. Die Arbeitsplatzszenarien reichen von kleinen, abtrennbaren Kojen für Kundengespräche und Besprechungen unter vier Augen bis hin zu großen Konferenzeinheiten, die sich zusammenschließen lassen. Dazwischen bietet ein System aus Hotdesks, die alle zur Verfügung stehenden Anschlüsse an die IT-Infrastruktur des Unternehmens bereitstellen, Möglichkeit kurzzeitig, konzentriert zu arbeiten. Grundannahme dieser Überlegungen ist, dass ein Mitarbeiter, der nur noch einen Tag in der Woche im zentralen Bürogebäude arbeitet, diesen Tag zum Großteil mit Besprechungen, Meetings und Kundenkontakten verbringen wird. Der größte Teil der rein produktiven Arbeit wird an den anderen Wochentagen von zu Hause aus erledigt.

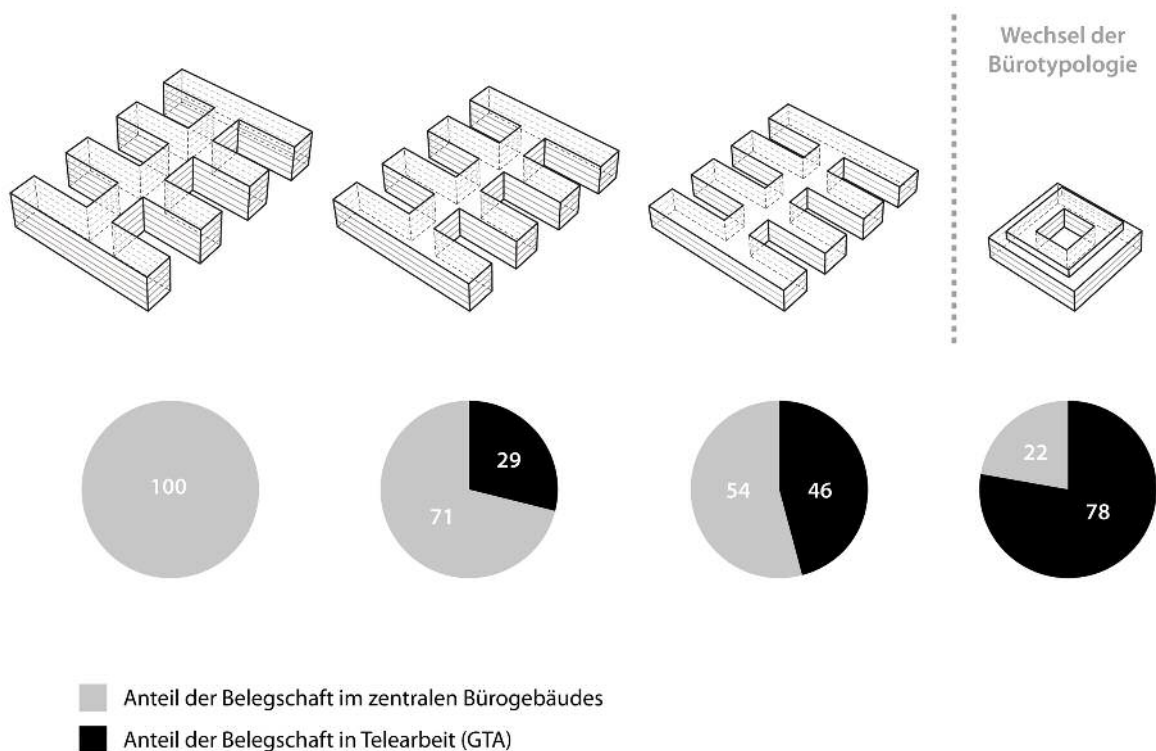


Abbildung 4: Beziehung zwischen der Größe des Bürogebäudes und dem Grad der Telearbeit in Casestudy C

2.1.4 Computergestützte Berechnungen der Ergebnisse

Zur Berechnung des Energiebedarfs pro Mitarbeiter wurde ein computergestütztes Rechenmodell erstellt, indem alle Parameter der definierten Mitarbeitertypen für die untersuchte Casestudy, sowie alle Energiekennwerte für die Verkehrsmittel, Informationstechnologie und Büro- und Wohngebäude in Abhängigkeit vom Grad der Telearbeit zusammenfließen. Die resultierenden Ergebnisse für den Energiebedarf pro Mitarbeiter der verschiedenen Szenarien einer Casestudy wurden den Ergebnissen aller Szenarien aller anderen Casestudies gegenübergestellt, um auf diese Weise Aussagen über die verschiedenen energetischen Zusammenhänge treffen zu können.

2.1.4.1 Lokalisierung der energetischen Haupteinflussfaktoren

Um jene Faktoren beschreiben zu können, die die höchste Auswirkung auf das gesamte Energieverhalten des Dienstleistungsunternehmens haben, wurden Sensitivitätsstudien für jedes Szenario der Casestudies erstellt. Von Interesse war der Zusammenhang zwischen den im Ausgangsszenario definierten Parametern und dem ansteigenden Grad der Telearbeit. Indem immer nur ein Definitionsparameter für alle Mitarbeitertypen eines Unternehmensszenarios gleich geschaltet wurde, konnten der Einfluss dieses Wertes auf das gesamtenergetische Verhalten in Abhängigkeit vom Grad der Telearbeit bewertet werden.

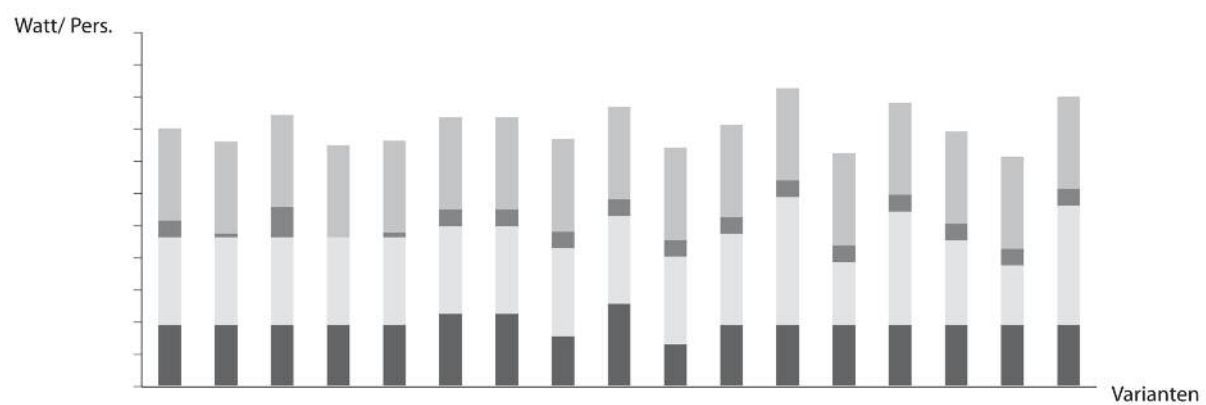


Abbildung 5: Vergleich der Rechenergebnisse pro Person für verschiedene Varianten einer Casestudy

2.2 Modellansatz

2.2.1 Kurzbeschreibung

Typische gesamtenergetische Strukturen für Dienstleistungsunternehmen werden in Form von computerunterstützten Modellen dargestellt und beschrieben. Abgebildet werden Unternehmensstrukturen, die sich im Grad der derzeitigen und zukünftig möglichen Telearbeit, und in ihrer Firmen-/Wohn- und Verkehrsstruktur (z.B. Klein-, Mittel- und Grossunternehmen) unterscheiden und nach diesen Gesichtspunkten differenziert betrachtet und untersucht werden müssen. Die Modellbildung erfolgt so, dass das energetische Verhalten in den Büro- und Wohngebäuden, auf den Verkehrswegen und in der IT-Infrastruktur mit ihrem betriebs- und herstellungsenergetischen Aufwand grob abgebildet wird und quantitativ durch das Computermodell untersucht werden kann.

Es wird die mit einem Dienstleistungsunternehmen assoziierte energetische Struktur für die Teilbereiche Gebäude (Wohnen und Arbeiten), Verkehr sowie IT berechnet. Für die Berechnung werden sämtliche Beschäftigte auf Basis ihrer Profile in Kategorien unterteilt und Typen entwickelt, sog. Mitarbeitertypen. Diese unterscheiden sich, neben ihrer Wohnsituation und ihrem Verkehrsverhalten, vor allem hinsichtlich ihrer überwiegenden Tätigkeiten und der damit zusammenhängenden Bedürfnisse und Nutzungsverhalten (hinsichtlich Büroraum und IT). Aufgrund des Tätigkeitsprofils verfügen sie auch über unterschiedliche Telearbeitspotenziale. Beispielsweise verfügen leitende Tätigkeiten über weniger Telearbeitspotenzial als Routinetätigkeiten wie Datenanalysen oder Rechnungswesen. Auch die Kommunikationsintensität spielt in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle. So sind auch kreative Tätigkeiten, die von Einzelpersonen durchgeführt werden, wahrscheinlich besser für Telearbeit geeignet als Projekte die von Teams in intensiver Kooperation durchgeführt werden.

2.2.2 Theoretischer Aufbau des Modells

Das Modell soll auf die Elemente der gesamtenergetischen Struktur aufbauen. Der Gesamtenergiebedarf der abzubildenden Struktur setzt sich aus Betriebs- und Herstellungsenergie für die Teilbereiche Gebäude, Verkehr und IT zusammen. Die einzelnen Komponenten, aus denen sich der jeweilige Energiebedarf zusammensetzt, kommen direkt aus der gesamtenergetischen Struktur, die für das Modell wieder in ihre Einzelteile zerlegt wird.

2.2.2.1 Betriebsenergie - Herstellungsenergie

Der Betriebsenergiebedarf lässt sich verhältnismäßig einfach auf Beschäftigtenebene berechnen. Da es kaum möglich ist, die exakten Daten jeder Einzelperson eines Unternehmens zu erheben werden Mitarbeiter ähnlicher Eigenschaften zu Typen zusammengefasst. Die Berechnung setzt sich zusammen aus dem Energiebedarf für Gebäude, Verkehr und IT.

Für den Herstellungsenergieanteil innerhalb des Lebenszyklus wird durch Division mit der Lebensdauer der jährliche Energiekennwert errechnet und mit dem Betriebsenergieanteil zu einem Gesamtenergiekennwert summiert [kWh/m²a].

2.2.2.2 Aufbau des Rechenmodells

Das Rechenmodell wird in Form von Excel-Rechenmodulen aufgebaut, die miteinander verknüpft werden.

Die Kategorisierung der Mitarbeiter samt Festlegung ihrer Eigenschaften erfolgt im Modul Typenbildung. Für jeden der Teilbereiche Gebäude, Verkehr und IT werden Betriebs- und Herstellungsenergiebedarf in einem eigenen Modul berechnet. Schließlich wird der Gesamtenergiebedarf für die abgebildete gesamtenergetische Struktur aus den Ergebnissen der Teilbereiche Gebäude, Verkehr und IT im Modul Ergebnisse gebildet.

Als Outputgrößen werden der Primärenergiebedarf für das Unternehmen (gesamt und für die Teilbereiche) und die äquivalente kontinuierliche Leistung pro Person ermittelt.

2.2.2.3 Grad Telearbeit - Definition

Es müssen folgende Unterscheidungen getroffen werden:

ADB

Der 'Anteil der Belegschaft' drückt aus, wie viel Prozent der Gesamtbeschäftigten eines Unternehmens einem Typ zugeordnet sind. Die Summe der ADB aller Typen ergibt demnach 100%.

GHO

Der 'Grad der Home Office Tage' drückt den Anteil der Homeofficetage/Woche eines Typs aus.

GTA

Der 'Grad der Telearbeit' ist das Produkt aus ADB und GHO über alle Typen summiert, und drückt den Gesamtgrad der Telearbeit eines Unternehmens aus. Pro Typ ergibt sich ein GTA_i welcher zur Einzelbetrachtung der Typen herangezogen wird.

Zur Erläuterung soll das in *Tabelle 1* dargestellte Unternehmen bzw. im Detail der Mitarbeitertyp 3 betrachtet werden.

150 Personen des Unternehmens mit 300 Personen wird der Mitarbeitertyp 3 zugeordnet, dies entspricht einem ADB von 50%. Sämtliche Mitarbeiter von Typ 3 arbeiten 2 Tage/Woche zu Hause (Home Office), dies entspricht einem GHO von 40%. Das Produkt aus 50% und 40% ergibt einen GTA_3 von 20%. Analog lassen sich GHO und GTA_i für alle weiteren Mitarbeitertypen bestimmen. Alle GTA_i sämtlicher Typen summiert ergeben den GTA des Unternehmens mit 42%.

GRAD - DEFINITION

Beispiel

Typ	Anzahl	ADB	GHO	GTA	GTA _i
1	5	2%	20%	0%	GTA ₁
2	15	5%	40%	2%	GTA ₂
3	150	50%	40%	20%	GTA ₃
4	85	28%	60%	17%	GTA ₄
5	45	15%	20%	3%	GTA ₅
S	300			42%	

ADB Anteil der Belegschaft
GHO Grad Home Office
GTA Grad der Telearbeit

Tabelle 1: Unternehmensbeispiel zu den Grad-Definitionen

2.2.2.4 Modul - Typenbildung

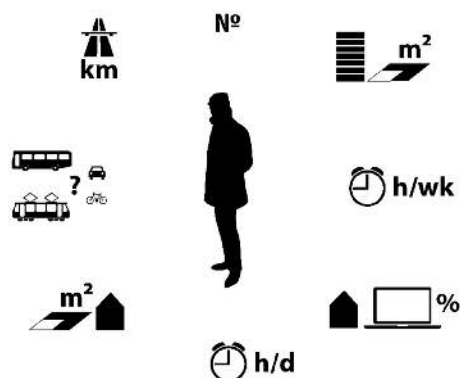


Abbildung 6: Typenspezifikation

Die Kategorisierung der Bürobeschäftigten ähnlicher Eigenschaften zu Typen definiert sich durch Büroarbeitsplatzfläche, Wohnfläche, Distanz zwischen Wohnung und Büro, Wahl des Verkehrsmittels und Gebäude- bzw. Nutzungstyp mit entsprechendem Energiestandard.

Die Typspezifikation wird ergänzt durch die Anzahl der Personen, für die sie gültig ist sowie durch die Arbeitsstunden pro Arbeitstag.

Zusammen mit der übergeordneten, für das gesamte Unternehmen gültigen Eingabe der Wochenarbeitsstunden pro Person und Arbeitswochen pro Jahr ergeben sich damit die Jahresarbeitsstunden für den Mitarbeiter eines Typs.

Zur Untersuchung des Einflusses von Telearbeit lässt sich innerhalb der Typendefinition schließlich die Anzahl der Homeofficetage pro Woche eingeben und variieren.

INPUT

TYP i

n_i	Anzahl der Arbeitnehmer Typ = i	[-]
A_{APi}	Arbeitsplatzfläche Typ = i	[m ²]
GHO_i	Anteil der Homeofficetage / Woche	[%]
h_i	Arbeitsstunden / Arbeitstag	[h]
A_{WFi}	Wohnnutzfläche Typ = i	[m ²]
d_i	Distanz zw. Büro- und Wohngebäude Typ = i	[km/p.a.]
VM_i	Verkehrsmittel	[-]
Gebäudetyp	Auswahl EFH / MFH	
Energiestandard Wohngebäude	Auswahl Gut / Mittel / Schlecht	
Energiestandard Bürogebäude	Auswahl Gut / Mittel / Schlecht	

UNTERNEHMEN

h_{Wk}	Wochenarbeitsstunden / Person	[h/wk]
w_a	Arbeitswochen / Jahr	[wk/a]
h_a	Arbeitsstunden / Jahr	[h/a]

Tabelle 2: Eingabedaten im Modul Typenbildung

2.2.2.5 Modul – Bürogebäude

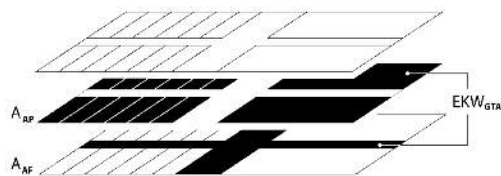


Abbildung 7: Unterscheidung in Arbeitsplatzflächen AF und Allgemeinflächen mit jeweiligem Energiekennwert

Da der Fokus im gegenständlichen Projekt auf die energetischen Auswirkungen von Telearbeit zu legen ist, und daher der jeweilige Grad der zeitlichen Nutzung der verschiedenen Flächen eine bedeutende Rolle spielt, erscheint es zweckmäßig die Gesamtfläche des Büros in reine Arbeitsplatzflächen und Allgemeinflächen zu trennen.

Über computerunterstützte thermische Simulationen werden für die untersuchten Bürogebäude Energiekennwerte ermittelt, welche in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit einen nach Flächennutzung gewichteten Wert generieren. Die Energiekennwerte werden für 3 unterschiedliche energetische Standards (gut – mittel – schlecht) simuliert. Für weitere Informationen zum Energiekennwert Bürogebäude vergleiche Teilbericht *ANHANG E Energiebedarf Gebäude*.

Um den tatsächlichen Raumbedarf der notwendigen Arbeitsplätze für eine zeitlich verdichtete Flächennutzung durch mehrere Mitarbeiter, z.B. im Falle von Desksharing bzw. mehrfachgenutzten Wohnflächen, zu ermitteln, wird die 4-dimensionale Einheit [m³h] eingeführt, welche eine Raum/Zeit – Betrachtung der unterschiedlichen Szenarien ermöglicht. Zur Vereinfachung der Rechenmodelle wurde für Bürogebäude eine vereinheitlichte Raumhöhe von 3,0m und für Wohnräume eine von 2,6m definiert, und somit

die Berechnungseinheit auf [m²h] gekürzt.

Der Allgemeinflächenanteil wird mittels eines Faktors anhand der Arbeitsplatzflächen ermittelt. Diese Faktoren resultieren aus Untersuchungen unterschiedlicher Bürotypologien.

Der Herstellenergiebedarf wird für eine Lebensdauer von 50 Jahren bestimmt, berücksichtigt Neubau- und Erneuerungsphase und fließt als quadrameterspezifischer Wert in die Berechnung ein (vgl. Teilbericht *ANHANG E Energiebedarf Gebäude*).

Energiebedarf Bürogebäude

$$E_{B,Betrieb} = \sum_{i=1}^n E_{B,Betrieb,M-Typ\ i}$$

$E_{B,Betrieb}$	Gesamtenergiebedarf Bürogebäude Betrieb	[kWh/a]
$E_{B,M-Typ\ i}$	Energiebedarf für Mitarbeitertypen	[kWh/a]
n	Anzahl der Mitarbeitertypen	[-]

$$E_{B,Betrieb,M-Typ\ i} = m_{M-Typ\ i} \cdot (A_{AP,M-Typ\ i} \cdot \frac{h_B}{h} + A_{AF,M-Typ\ i}) \cdot EKW_{B,GTAx,M-Typ\ i}$$

$E_{B,Betrieb,M-Typ\ i}$	Energiebedarf für Mitarbeitertypen	[kWh/a]
$m_{M-Typ\ i}$	Anzahl der Mitarbeiter innerhalb des Mitarbeitertyps i	[-]
$A_{AP,M-Typ\ i}$	Fläche Arbeitsplatz eines Mitarbeitertyps i	[m²]
$A_{AF,M-Typ\ i}$	Allgemeinfläche eines Mitarbeitertyps i	[m²]
h_B	Wochenarbeitsstunden im Büro/Person	[h]
h	Wochenarbeitsstunden / Person	[h]
$EKW_{B,GTAx,M-Typ\ i}$	Energiekennwert für GTA x% innerhalb des Mitarbeitertyps i	Bürogebäude [kWh/m²a]

$$A_{AF,M-Typ\ i} = A_{AP,M-Typ\ i} \cdot \frac{h_B}{h} \cdot f$$

$A_{AF,M-Typ\ i}$	Allgemeinfläche eines Mitarbeitertyps i	[m²]
$A_{AP,M-Typ\ i}$	Fläche Arbeitsplatz eines Mitarbeitertyps i	[m²]
h_B	Wochenarbeitsstunden im Büro/Person	[h]
h	Wochenarbeitsstunden / Person	[h]
f	Verhältniszahl Arbeitsplatzfläche zu Allgemeinfläche	[-]

$$E_{B,Herstellung} = A_B \cdot EKW_{B,Herstellung}$$

$E_{B,Herstellung}$	Gesamtenergiebedarf Bürogebäude Herstellung	[kWh/a]
A_B	Gesamtbürofläche	[m² _{BGF}]
$EKW_{B,Herstellung}$	EKW Herstellungsenergie Bürogebäude	[kWh/m²a]

2.2.2.6 Modul - Wohngebäude

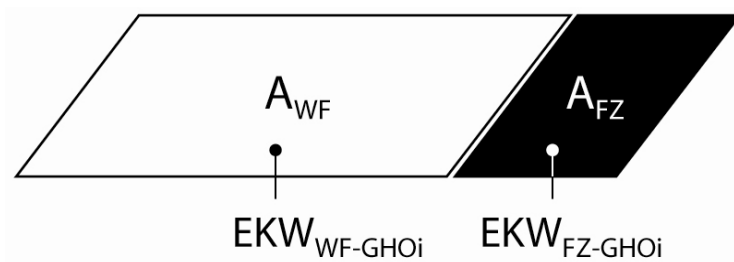


Abbildung 8: Unterscheidung der ursprüngliche Wohnfläche WF und Flächenzuwachs FZ in Folge Telearbeit mit zugehörigen Energiekennwerten

Der Energiebedarf für Wohngebäude setzt sich einerseits aus dem Energiebedarf der ursprünglichen Wohnnutzung und andererseits aus dem Energiebedarf der Nutzung als Homeoffice zusammen. Dabei kann das Arbeiten im Homeoffice parasitär innerhalb der ursprünglichen Wohnstruktur stattfinden oder innerhalb einer additiven Fläche, die für die ursprüngliche Wohneinheit einen Flächenzuwachs bedeutet.

Zur Ermittlung der Flächenkennwerte für den Flächenzuwachs in Abhängigkeit zum GTA_i wurde der österreichische Wohnbaubestand untersucht (siehe Teilbericht *ANHANG D Flächenkennwerte Wohnbau*).

Über computerunterstützte thermische Simulationen werden Energiekennwerte ermittelt, welche in Abhängigkeit zum Grad der Home Office Tage GHO und der jeweiligen Flächennutzung (Arbeiten in ursprünglicher Wohnfläche $EKW_{WF-GHOi}$ oder Flächenzuwachs $EKW_{FZ-GHOi}$) stehen.

Vergleichbar mit Bürogebäuden werden die Energiekennwerte anhand von Musterwohnungen für 3 unterschiedliche energetische Standards (gut – mittel – schlecht) und für unterschiedliche Haushaltsgrößen simuliert. Für weitere Informationen zum Energiekennwert Wohngebäude vergleiche Teilbericht *ANHANG E Energiebedarf Gebäude*.

Der Herstellenergiebedarf wird für eine Lebensdauer von 50 Jahren bestimmt, berücksichtigt Neubau- und Erneuerungsphase und fließt als quadratmeterspezifischer Wert in die Berechnung ein (vgl. Teilbericht *ANHANG E Energiebedarf Gebäude*).

Energiebedarf Wohngebäude

$$E_{W,Betrieb} = \sum_{i=1}^n E_{W,Betrieb,M-Typ\ i}$$

$E_{W,Betrieb}$	Gesamtenergiebedarf Wohngebäude Betrieb	[kWh/a]
$E_{W,Betrieb,M-Typ\ i}$	Energiebedarf Wohngebäude für Mitarbeitertypen	[kWh/a]
n	Anzahl der Mitarbeitertypen	[-]

$$E_{W,Betrieb,M-Typ\ i} = m_{M-Typ\ i} \cdot (A_{WF, M-Typ\ i} \cdot EKW_{WF-GHOi} + A_{FZ, M-Typs\ i} \cdot EKW_{FZ-GHOi})$$

$E_{W,Betrieb,M-Typ\ i}$	Energiebedarf Wohngebäude für Mitarbeitertypen	[kWh/a]
$m_{M-Typ\ i}$	Anzahl der Mitarbeiter innerhalb des Mitarbeitertyps i	[-]
$A_{WF, M-Typ\ i}$	Wohnfläche eines Mitarbeitertyps i	[m2]
$A_{FZ, M-Typ\ i}$	Flächenzuwachs eines Mitarbeitertyps i	[m2]
$EKW_{WF-GHOi}$	Energiekennwert Wohngebäude für GHO x% innerhalb des Mitarbeitertyps i	[kWh/m2a]
$EKW_{FZ-GHOi}$	Energiekennwert Flächenzuwachs für GHO x% innerhalb des Mitarbeitertyps i	[kWh/m2a]

$$E_{W,Herstellung} = A_B \cdot EKW_{W,Herstellung}$$

$E_{W, Herstellung}$	Gesamtenergiebedarf Wohngebäude Herstellung	[kWh/a]
A_B	Gesamtbürofläche	[m ² _{BGF}]
$EKW_{W,Herstellung}$	EKW Herstellungsenergie Wohngebäude	[kWh/m ² a]

2.2.2.7 Modul - Verkehr

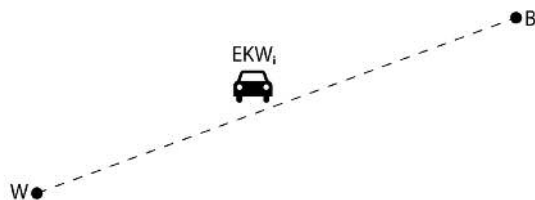


Abbildung 9: Modul Verkehr

Im Modul Verkehr wird der Pendelverkehr betrachtet, welcher sich aus der Distanz zwischen Wohnung und Arbeitsstätte, dem Energieverbrauch pro Kilometer sowie der Anzahl der Fahrten (1 Richtung) berechnet. Da die Pendelfahrten nicht ausschließlich zu beruflichen Zwecken genutzt werden, sondern auch mit täglichen Erledigungen verbunden sind wird ein Korrekturfaktor f_i eingeführt (1,66), der pro Hin- und Retourfahrt 1/6 der Distanz kürzt.

Der Energiekennwert wiederum ist abhängig von der Wahl der Verkehrsmittel und der

Pendeldistanz.

Energiebedarf Verkehr

$$E_{V,Betrieb} = \sum_{i=1}^n E_{V,Betrieb,M-Typ\ i}$$

$E_{V,Betrieb}$	Gesamtenergiebedarf Verkehr Betrieb	[kWh/a]
$E_{V,Betrieb,M-Typ\ i}$	Energiebedarf Verkehr für Mitarbeitertyp	[kWh/a]
n	Anzahl der Mitarbeitertypen	[-]

$$E_{V,Betrieb,M-Typ\ i} = m_{M-Typ\ i} \bullet d_{M-Typ\ i} \bullet n_{F,M-Typ\ i} \bullet f \bullet EKW_{V,M-Typ\ i}$$

$E_{V,Betrieb,M-Typ\ i}$	Energiebedarf Verkehr für Mitarbeitertyp	[kWh/a]
$m_{M-Typ\ i}$	Anzahl der Mitarbeiter innerhalb des Mitarbeitertyps i	[-]
$d_{M-Typ\ i}$	Distanz zwischen Büro- und Wohngebäude für Mitarbeitertyp	[km]
$n_{F,M-Typ\ i}$	Anzahl der Fahrten/Jahr (1 Richtung) für Mitarbeitertyp i	[-]
f	Korrekturfaktor von 1.66	[-]
$EKW_{V,M-Typ\ i}$ [kWh/km]	Energiekennwert für Verkehrsmittel für Mitarbeitertyp i	

$$E_{V,Herstellung} = E_{V,Betrieb} \bullet f_{V,Herstellung}$$

$E_{V,Herstellung}$	Gesamtenergiebedarf Verkehr Herstellung	[kWh/a]
$E_{V,Betrieb}$	Gesamtenergiebedarf Verkehr Betrieb	[kWh/a]
$f_{V,Herstellung}$	Faktor für Herstellungsenergie Verkehr von 0.2	[-]

2.2.2.8 Modul - IT



Abbildung 10: Modul IT

Im Modul IT wird die gesamte elektronische Ausstattung eines Typs betrachtet. IT wird sowohl im Büro als auch zuhause genutzt, zusätzlich stehen mobile Geräte im Einsatz. Neben den Endgeräten (Computer und Peripheriegeräte) sind auch zentrale Einrichtungen wie Server und Netzwerkinfrastruktur zu berücksichtigen. Neben der tatsächlichen Nutzung muss auch der Standbybetrieb in die Berechnungen miteinbezogen werden. Der Energieverbrauch pro Person wird zur Berechnung herangezogen.

Energiebedarf ITC

$$E_{IT,Betrieb} = \sum_{i=1}^n E_{IT,Betrieb,M-Typ\ i}$$

$E_{IT,Betrieb}$	Gesamtenergiebedarf IT Betrieb	[kWh/a]
$E_{IT,Betrieb,M-Typ\ i}$	Energiebedarf IT für Mitarbeitertyp	[kWh/a]
n	Anzahl der Mitarbeitertypen	[-]

$$E_{IT,Betrieb,M-Typ\ i} = m_{M-Typ\ i} \cdot EKW_{IT,M-Typ\ i}$$

$E_{IT,Betrieb,M-Typ\ i}$	Energiebedarf IT für Mitarbeitertyp	[kWh/a]
$m_{M-Typ\ i}$	Anzahl der Mitarbeiter innerhalb des Mitarbeitertyps	[-]
$EKW_{IT,M-Typ\ i}$	Energiekennwert IT für Mitarbeitertyp	[kWh/P.a]

$$E_{IT,Herstellung} = n_G \cdot EKW_{IT,Herstellung}$$

$E_{IT,Herstellung}$	Gesamtenergiebedarf IT Herstellung	[kWh/a]
n_G	Arbeitnehmer Gesamt	[P]
$EKW_{IT,Herstellung}$	EKW Herstellungsenergie IT	[kWh/P.a]

2.2.2.9 Modul – Ergebnisse



Abbildung 11: Modul Ergebnisse

Der Gesamtenergiebedarf errechnet sich aus dem Energiebedarf für Büros, Wohnungen, Verkehr und IT.

Als Outputgrößen werden der Primärenergiebedarf für das Gesamtunternehmen sowie die äquivalente, kontinuierliche Leistung pro Person (nötig während einer jeden Jahresstunde) ermittelt.

OUTPUT

$$E_T = E_{B,Betrieb} + E_{W,Betrieb} + E_{V,Betrieb} + E_{IT,Betrieb} + E_{B,Herstellung} + E_{W,Herstellung} + E_{V,Herstellung} + E_{IT,Herstellung}$$

E_T	Gesamtenergiebedarf Unternehmen	[kWh/a]
$E_{B,Betrieb}$	Gesamtenergiebedarf Büro Betrieb	[kWh/a]
$E_{W,Betrieb}$	Gesamtenergiebedarf Wohnen Betrieb	[kWh/a]
$E_{V,Betrieb}$	Gesamtenergiebedarf Verkehr Betrieb	[kWh/a]
$E_{IT,Betrieb}$	Gesamtenergiebedarf IT Betrieb	[kWh/a]
$E_{B,Herstellung}$	Gesamtenergiebedarf Büro Herstellung	[kWh/a]
$E_{W,Herstellung}$	Gesamtenergiebedarf Wohnen Herstellung	[kWh/a]
$E_{V,Herstellung}$	Gesamtenergiebedarf Verkehr Herstellung	[kWh/a]
$E_{IT,Herstellung}$	Gesamtenergiebedarf IT Herstellung	[kWh/a]

$$P_P = \frac{E_T \cdot 1000}{n_G \cdot h_a}$$

P_P	kontinuierliche Leistung / Person	[W/P]
h_a	Jahresstunden (8760)	[h]
n_G	Arbeitnehmer Gesamt	[P]

2.2.3 Kennwerte

Für das Rechenmodell muss zwischen Variablen und vorgegebenen Kennwerten unterschieden werden. Die Variablen sind Inputs, die im Rahmen der Untersuchungen für die verschiedenen Dienstleistungsunternehmensstrukturen direkt eingegeben werden müssen, und die Kennwerte sind konstante Werte, welche die angenommenen energetischen Leistungen, die Lebensdauer usw. der verschiedenen Systemteile beschreiben.

Die Kennwerte die in Beziehung zum Grad der Telearbeit gesetzt wurden gliedern sich wie folgt, wobei die Energiekennwerte für Gebäude mit 3 unterschiedlichen thermischen Standards (gut ab 2000 / mittel 1980 - 1999 / schlecht - 1980) ermittelt wurden:

Bürogebäude:

- Flächenkennwerte Arbeitsplatz [m^2]
- Flächenkennwerte Allgemeinflächen [m^2]
- Energiekennwerte gewichtet [$\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{a}$]

Wohngebäude:

- Flächenkennwerte Wohnen [m^2]
- Flächenkennwerte Zuwachs für Home Office [m^2]
- Energiekennwerte gewichtet [$\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{a}$]

Verkehr:

- Energiekennwerte Verkehrsmittel [kWh/km]

IT:

- Energiekennwerte Geräte [$\text{kWh}/\text{p}\cdot\text{a}$]

Detail zu den einzelnen Kennwerten sind den jeweiligen Teilberichten im Anhang zu entnehmen.

2.3 Flächenkennwerte

2.3.1 Flächenkennwerte Wohnen

siehe Teilbericht 'ANHANG D - Flächenkennwerte Wohnbau'

Entscheidend für die Bewertung der Wohnsituation der gesamten Belegschaft eines Unternehmens sind einerseits der energetische Standard eines Wohngebäudes und andererseits die jeweilige Wohnfläche pro Person. Da durch zunehmenden Grad der Telearbeit teilweise Wohnflächenerweiterungen notwendig sind, sei es durch Wohnsitzwechsel oder Zubau, wurde mittels statistischer Erhebungen der durchschnittliche Wohnflächenzuwachs auf Mitarbeiterebene errechnet. Den Werten liegt die Annahme zu Grunde, dass mit Einführung von Telearbeit, ab einem Tag pro Woche ein Flächenzuwachs stattfindet, welcher auch bei maximal 4 Tagen pro Woche konstant bleibt. Die Berechnungen ergeben eine statistische Wohnraumerweiterung von 2,50m² im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser (wird im folgenden Text mit EFH abgekürzt) und 3,07m² im Bereich der Mehrfamilienhäuser (MFH) (Abbildung 12).

Bei Definition der Mitarbeitertypen wurde die ursprüngliche Wohnfläche pro Person ebenfalls über statistische Erhebungen verteilt [1]:

- 36m² / P Wien
- 39m² / P Rest von Österreich

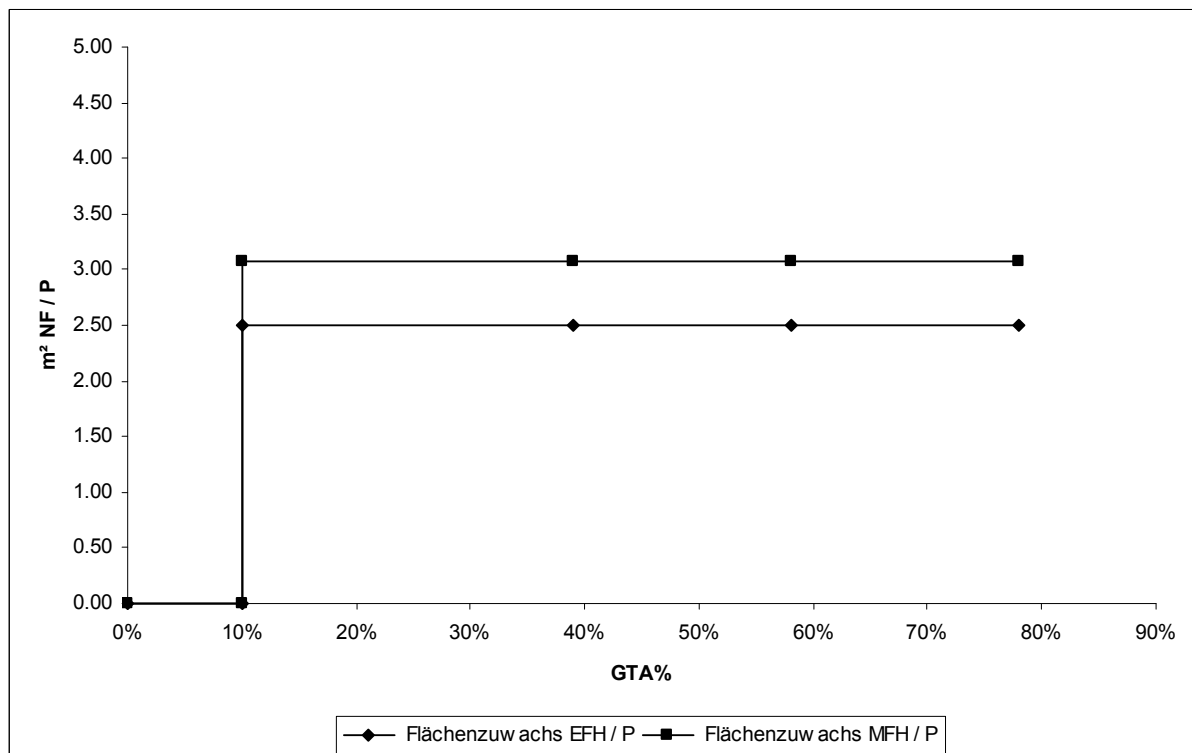


Abbildung 12: Flächenzuwachs im Wohnbereich / P in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit

Die Verteilung der Wohnstruktur hinsichtlich EFH- und MFH Typologie wurde mittels statistischer Daten regional differenziert (*Tabelle 3*).

Regionale Lage	Wohngebäude		durchschnittliche Wohnfläche / P
Kleinstruktur	70%	EFH	39 m ²
	30%	MFH	
Mittelstädte	20%	EFH	39 m ²
	80%	MFH	
Wien	10%	EFH	36 m ²
	90%	MFH	
Österreich	50%	EFH	39 m ²
	50%	MFH	

Tabelle 3: Verteilung EFH – MFH in Österreich [2]

2.3.2. Flächenkennwerte Büro

2.3.2.1. Arbeitsplatzfläche

Sämtliche Flächenkennwerte in Bürogebäuden wurden als Teil des Projektes mittels Fallstudien ermittelt. Der Arbeitsplatzflächenanteil in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit entwickelt sich bis zu 3 Tagen pro Woche mit minimalem Flächenbedarfsanstieg bei allen 3 Bürotypologien, wobei es bei GTA 80% durch den notwendigen Typologiewechsel zu einem Sprung mit Tendenz zur Großraumbüroorganisation kommt. Dies ist dadurch zu erklären, dass der Großteil der individuellen Arbeitsplätze der neuen Typologie als offene Gruppenarbeitsplätze, bei gleichzeitiger Minimierung der Zellenbüros organisiert wird (*Abbildung 13*).

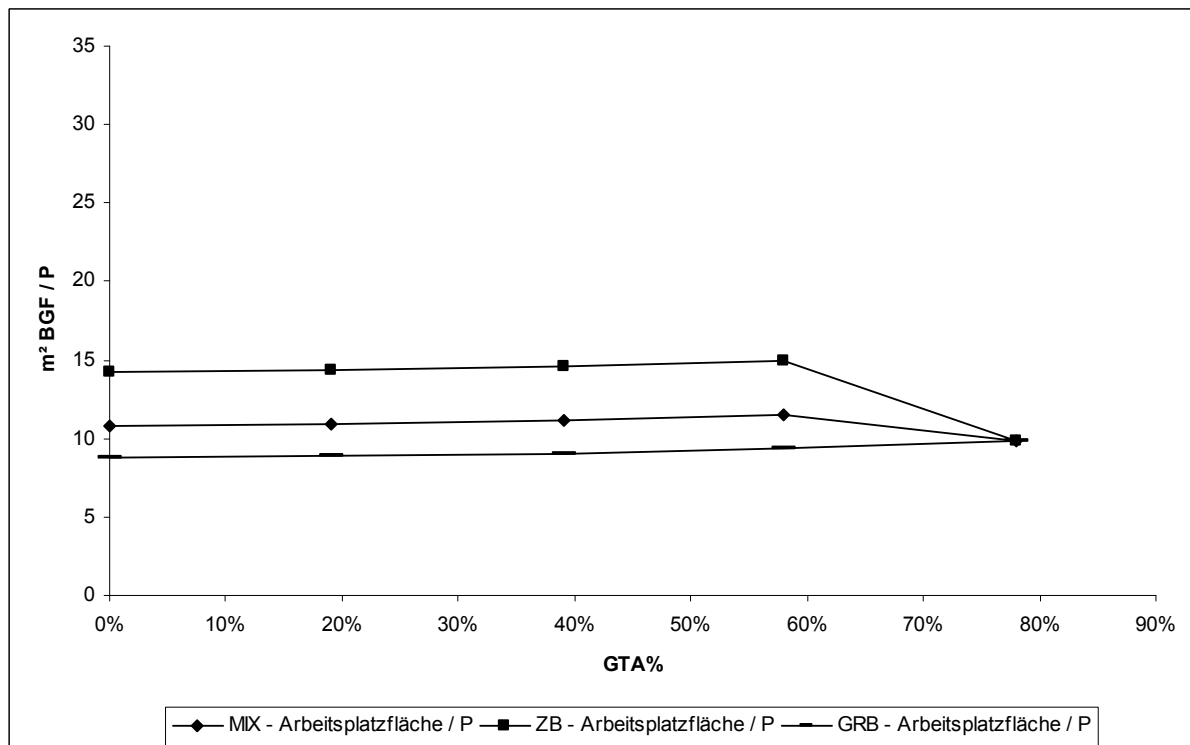


Abbildung 13: Arbeitsplatzflächenbedarf / P in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit

2.3.2.2 Allgemeinfläche

Der Allgemeinflächenanteil in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit entwickelt sich bei allen 3 Bürotypologien bis zu 3 Tagen pro Woche annähernd konstant mit minimalem Flächenbedarfsanstieg im Bereich der moderaten Telearbeitsszenarien, wobei es bei GTA 80% durch den notwendigen Typologiewechsel zu einem Sprung, mit Tendenz zur Zellenbüroorganisation kommt. Dies ist dadurch zu erklären, dass der erhöhte Kommunikationsbedarf bei konsequenter Umsetzung von Telearbeit einen erhöhten Anteil an Allgemeinflächen erfordert (*Abbildung 14*).

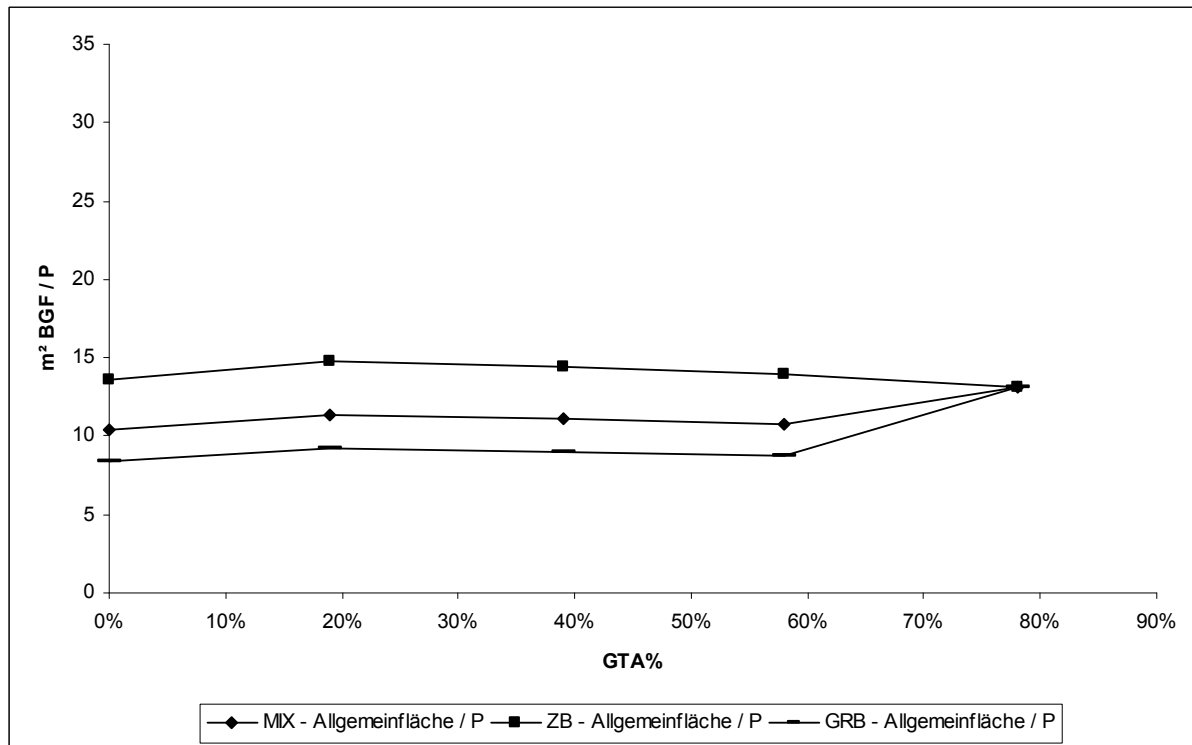


Abbildung 14: Allgemeinflächenbedarf / P in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit

2.3.2.2 Gesamtfläche

Der Gesamtflächenanteil als Summe von Allgemein- und Arbeitsplatzflächen, entwickelt sich in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit bei allen 3 Bürotypologien bis zu 3 Tagen pro Woche mit minimalem Flächenbedarfsanstieg, wobei es bei GTA 80%, bedingt durch den notwendigen Typologiewechsel, zu einem Sprung mit Tendenz zur gemischten Typologie aus Großraum- und Zellenbüros kommt. Dies ist dadurch zu erklären, dass die neue Bürotypologie einerseits dem kompakten Arbeitsplatzflächenanteil der Großraumbüroorganisation entspricht, und andererseits den höheren Anteil an Allgemeinflächen pro Person der Zellentypologie aufweist (*Abbildung 15*).

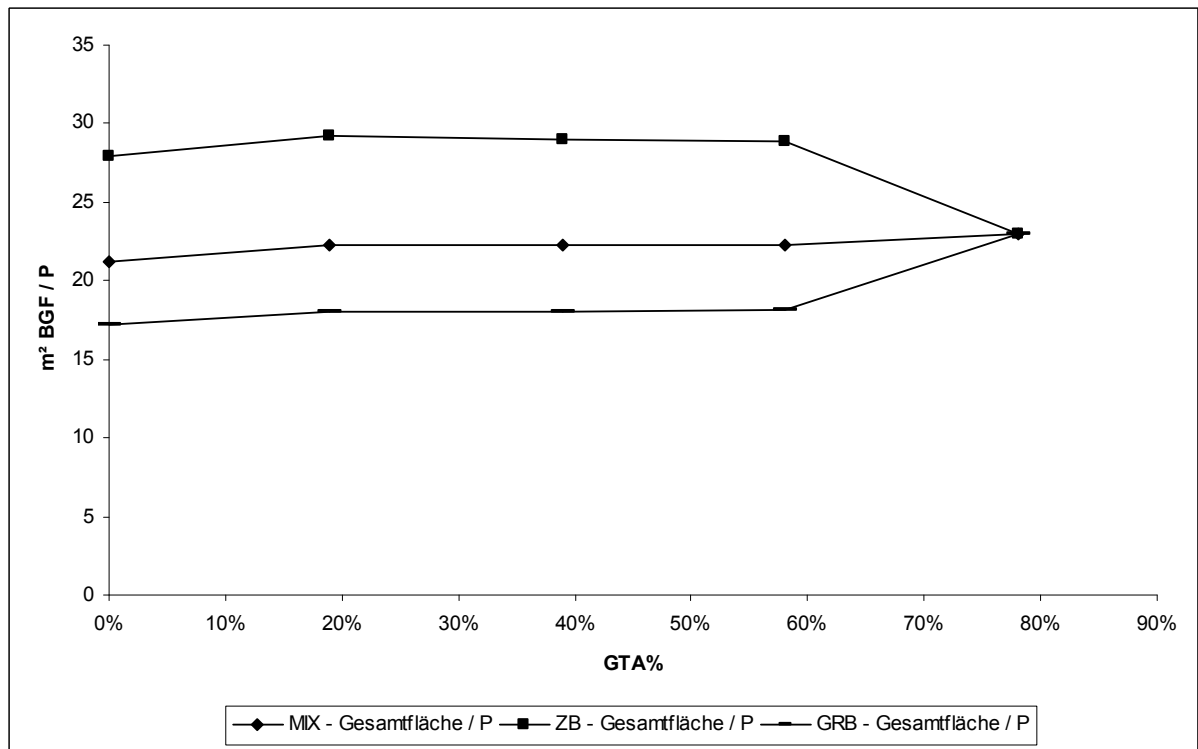


Abbildung 15: Gesamtflächenbedarf / P in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit

2.4 Energiekennwerte

siehe Teilbericht 'ANHANG E – Energiebedarf Gebäude'

2.4.1 Energiekennwerte Wohngebäude

Der Energiebedarf für Wohngebäude – mit seinen 2 Elementen Betriebsenergie und Herstellungsenergie - bildet einen wesentlichen Teil der energetischen Struktur des Dienstleistungsunternehmens.

Sämtliche Werte der Betriebsenergie von Wohngebäuden wurden als Teil des Projektes über thermische Simulationen ermittelt (siehe Teilbericht *ANHANG E Energiebedarf Gebäude*) und fließen in Form quadratmeterspezifischer Werte in die Berechnungen durch das Rechenmodell ein (siehe *Kapitel 3 Modellansatz*).

Sowohl für die Beurteilung einzelner Unternehmen als auch für die Hochrechnung auf Österreich wurde angestrebt den Wohngebäudebestand energetisch differenziert für die Wohnsituation Österreich wiederzugeben, aber auf möglichst wenige charakteristische Unterschiede zu reduzieren und hierfür Energiekennwerte zu ermitteln. So wurde unterschieden zwischen den Gebäudetypen 1- bzw. 2 Familienhaus und Mehrfamilienhaus, typischen Haushaltsgrößen und zwischen drei Baualterklassen.

Alle Untersuchungen basieren jeweils auf einem Mustergrundriss für die Wohnungen im Mehrfamilienhaus und für die Wohnung im Einfamilienhaus, wobei dieser für jeweils 3 energetisch-thermische Standards simuliert wurde. Schlechter Baustandard wurde bis ins Jahr 1977 mit einem u-Wert von 1.5 W/m²K für opake Flächen angenommen, mittlerer Baustandard von 1977 bis 2000 weist einen u-Wert von 0.8 W/m²K auf und guter Baustandard wird ab 2001 mit einem u-Wert von 0.32 W/m²K angenommen.

Wichtige Simulationsrandbedingungen wie z.B. der Energiebedarf und Wärmeeintrag von Beleuchtung und Haushaltsgeräten wurden z.T. je nach Haushaltsgröße aus statistischen Angaben für Österreich (vgl. Statistik Austria, Strom- und Gashandbuch) generiert. Zu weiteren Randbedingungen wie z.B. Nutzungsprofil der Haushalte siehe *ANHANG E Energiebedarf Gebäude*.

Kern der Simulationen schließlich waren die Simulationen zu unterschiedlichen Graden an Home Office Tagen. Es ist festzustellen, daß der Energiebedarf für Wohngebäude – im Gegensatz zu Bürogebäuden – nicht vom GTA, sondern vom GHO abhängt. Hier wurden für alle Wohnsituationen Jahressimulationen mit jeweils 0Tagen (0% GHO), 1Tag (20%GHO), 2 Tagen (40%GHO), 3Tagen (60%GHO) und 4Tagen (80%GHO) Home Office durchgeführt. So konnten zeitlich dynamische Effekte wie das Ein- und Ausspeichern von Wärme in Gebäudemassen oder die Auswirkungen von erhöhten inneren Lasten über unterschiedliche Zeiträume auf die Raumtemperaturen erfaßt werden.

Die Ergebnisse dieser Simulationen sind für die Gebäudetypen Einfamilienhaus EFH / Mehrfamilienhaus MFH, den unterschiedlichen thermisch-energetischen Baustandards und für die fünf Grade an Home Office Tagen in *Tabelle 4* bis *Tabelle 6* dargestellt. Diese Werte

werden in einer Datenbank vorgehalten und können je nach Wohnsituation der einzelnen Mitarbeitertypen (diese weisen eine „homogene“ Wohnsituation wie einheitlicher Gebäudetyp mit gleichem energetischen Standard und identischem Grad an Home Office Tagen auf) zur Berechnung des Energiebedarfs Wohnen angewendet werden. Die Summation über alle Mitarbeitertypen ergibt den Gesamtenergiebedarf Wohngebäude für das Dienstleistungsunternehmen.

MFH

		1	2	3
		Schlechter	Mittlerer	Guter
		Baustandard	Baustandard	Baustand
GHO				
0%	0T Tele	128.8	86.8	52.9
20%	1T Tele	134	90.9	56.4
40%	2T Tele	135.9	92.5	57.3
60%	3T Tele	138.4	94.1	58.7
80%	4T Tele	140.8	95.9	60.4

Tabelle 4: Betriebsenergie MFH in Abhängigkeit von Grad der Home Office Tage GHO

EFH

		4	5	6
		Schlechter	Mittlerer	Guter
		Baustandard	Baustandard	Baustand
GHO				
0%	0T Tele	188.8	119.2	77.9
20%	1T Tele	190.4	120.1	80
40%	2T Tele	192	121	78.7
60%	3T Tele	193.5	121.7	79
80%	4T Tele	195.1	122.4	79.3

Tabelle 5: Betriebsenergie EFH in Abhängigkeit vom Grad der Home Office Tage GHO

Flächenzuwachs

		7	8	9
		Schlechter	Mittlerer	Guter
		Baustandard	Baustandard	Baustand
GHO				
0%	0T Tele	131.4	87.9	52.1
20%	1T Tele	137.7	93.3	58.8
40%	2T Tele	144	100	65.7
60%	3T Tele	149.9	105.8	72.2
80%	4T Tele	156.2	112.1	79.1

Tabelle 6: Betriebsenergie des Flächenzuwachses in Abhängigkeit vom Grad der Home Office Tage GHO

Für die Hochrechnung auf Österreich bzw. auf unterschiedliche geographische Regionen wie kleinstädtische und mittelstädtische Bereiche oder Metropolen liefert *Tabelle 7* die Verteilung der 1-Fam/2-Fam Häuser auf die 3 Baualtersklassen [3] und entsprechend einen mittleren Energiekennwert für die jeweilige geographische Situation.

m2 in MIO Österreich	1-Fam	2-Fam	MFH klein	MFH gross
bis 1977	73.0	28.6	32.6	47.0
1977 - 2000	73.7	20.8	20.3	31.6
2001 - 2011	23.7	3.3	7.4	7.0
Summe	170.4	52.7	60.3	85.6
Gesamtsumme				369.0

m2 in MIO Österreich	1-Fam/2-Fam	MFH gesamt	% 1-Fam	% MFH
bis 1977	101.5	79.6	45.50%	54.6%
1977 - 2000	94.5	51.9	42.37%	35.5%
2001 - 2011	27.1	14.4	12.14%	9.9%
Summe	223.1	145.9	1.00	1.00
Gesamtsumme		369.0		

EKW Baualter [kWhprim/m2a]	1-Fam/2-Fam	MFH gesamt		
EKW bis 1977 schlecht	192	135.9	87.4	74.2
EKW 1977 - 2000 mittel	121	92.5	51.3	32.9
EKW 2001 - 2011 gut	78.7	57.3	9.6	5.7
			148.2	112.7

Anm. EKW für 40%GHO/2T HO

Durchschnittl. Durchschnittl.
EKW Österreich EKW Österreich
1Fam/2Fam MFH

	mittlerer EKW für alle Gebäude (EFH+MFH), gewichtet nach Standort	
Geographie KLEIN	70 EFH/ 30 MFH	137.5 [kWhprim/m2a]
Geographie MITTEL	20 EFH/ 80 MFH	119.8 [kWhprim/m2a]
Geographie WIEN	10 EFH/ 90 MFH	116.3 [kWhprim/m2a]
Geographie A	50 EFH / 50 MFH	130.4 [kWhprim/m2a]

Tabelle 7: durchschnittliche Energiekennwerte des österreichischen Wohngebäudebestandes

Als Wert für die Herstellungsenergie wurden Literaturwerte angenommen:

10 MJ/m² bezogen auf eine Lebensdauer von 50 Jahren bzw. 56 kWh/m².a

Diese Werte gelten für die Phasen Neubau (initial embodied energy) und Erneuerung (renovation embodied energy) während der Lebensdauer (vgl. Teilbericht *ANHANG E Energiebedarf Gebäude*)

2.4.2 Energiekennwerte Bürogebäude

Sämtliche Werte der Betriebsenergie von Bürogebäuden wurden als Teil des Projektes über thermische Simulationen ermittelt (siehe Teilbericht *ANHANG E Energiebedarf Gebäude*).

Nach Simulation von Bürogebäuden mit verschiedener Nutzungstypologien und verschiedenen Energiestandards wurden Energiekennwerte für einzelne Raumtypen gebildet, die - in einer Datenbank abgespeichert – in Zukunft schnell und fundiert für eine Energiebedarfsermittlung weiterer Gebäude durch Flächenzuweisung verwendet werden können. Eine Änderung im Grad der Telearbeit (GTA) führt zu Flächenverschiebung zwischen den Nutzungsarten und auch zu veränderten Nutzungsarten (z.B. Telework-Hotdesk-Fläche als multiple-use non-territorial surface). Auch diese Flächen wurden simuliert.

Folgende Kriterien, nach denen eine Unterscheidung von Flächen aufgrund erwarteter Unterschiede in ihren Einzel-Energiekennwerte notwendig ist, wurden berücksichtigt:

- Unterscheidung nach Raumnutzungen, da hier eine unterschiedliche Belastung mit

internen Lasten erfolgt. Eine weitere Gliederung ist möglich in Arbeitsplatzflächen (AP-Flächen) und Allgemeinflächen. Die Arbeitsplatzflächen können wiederum je nach der jeweiligen Nutzungstypologie in Flächen für ein Zellenbüro, Großraumbüro, Kombibüro, Telework-Hotdesk-Flächen bzw. einem Mix daraus unterschieden werden. Für ein Zellenbüro wurde außerdem auch eine Belegungsdichte von 9 m²/P und 15 m²/P untersucht.

- Unterscheidung nach außen an der Fassade liegenden Räumen und Räumen im Kernbereich.

Hier sind finden abweichende Belüftungskonzepte Anwendung und es werden Unterschiede im Kunstlichtbedarf erwartet.

- Unterscheidung nach „Energiestandard“ : Hierbei wird ein integraler Energiestandard verstanden, der die Gesamtperformance des Gebäudes oder von Raumgruppen beschreibt.

Er setzt sich aus den 2 großen Bewertungskriterien

- thermische Standard der Gebäudehülle und

- Raumverhalten und – konditionierung zusammen (vgl. Teilbericht *ANHANG E Energiebedarf Gebäude*).

Abbildung 16 bis Abbildung 18 zeigen als Ergebnis spezifische Energiekennwerte unterschiedlicher Bürotypologien (Zellen-/Großraum-/Mixtypologie) bei unterschiedlichen Energiestandards. Die Abhängigkeit vom Grad der Telearbeit ist auf der x-Achse (0%GTA/40%GTA/80%GTA) abgetragen. Diese Werte finden über eine Datenbank Eingang in die Berechnungen des Rechenmodells für den Energiebedarf Bürogebäude.

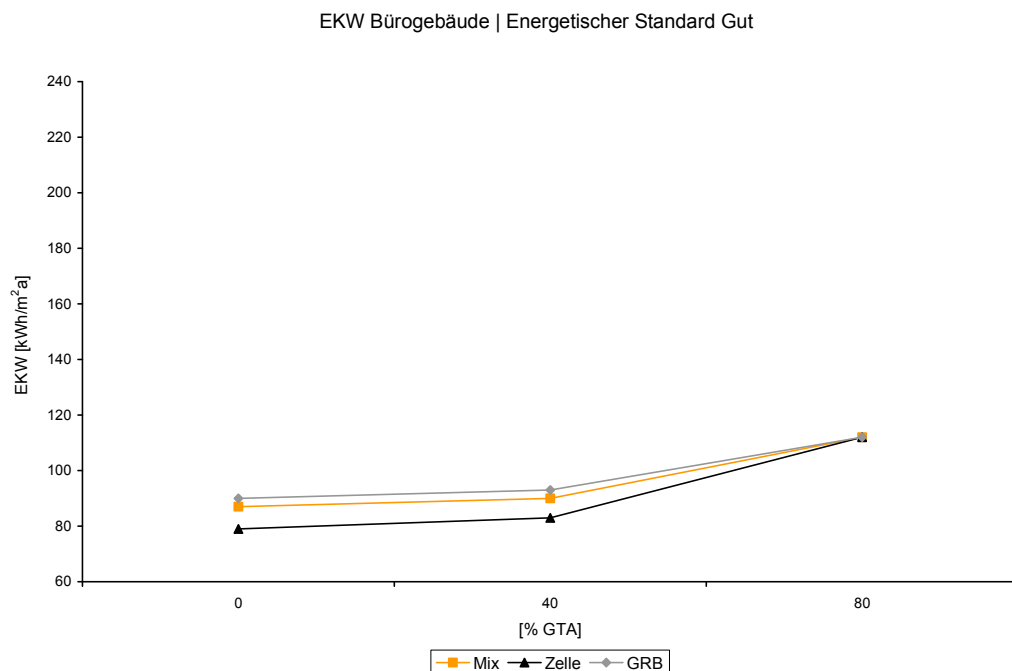


Abbildung 16: Spezifische Betriebsenergiekennwerte eines Büros mit gutem Standard in Abhängigkeit vom Grad der Telearbeit

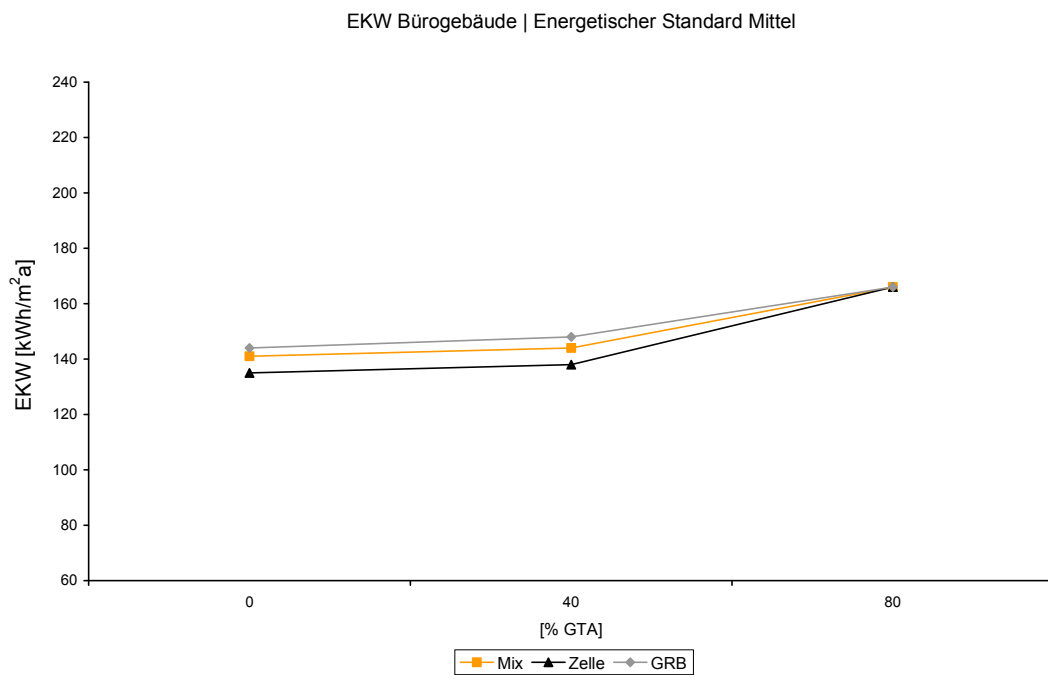


Abbildung 17: Spezifische Betriebsenergiekennwerte eines Büros mit mittlerem Standard in Abhängigkeit vom Grad der Telearbeit

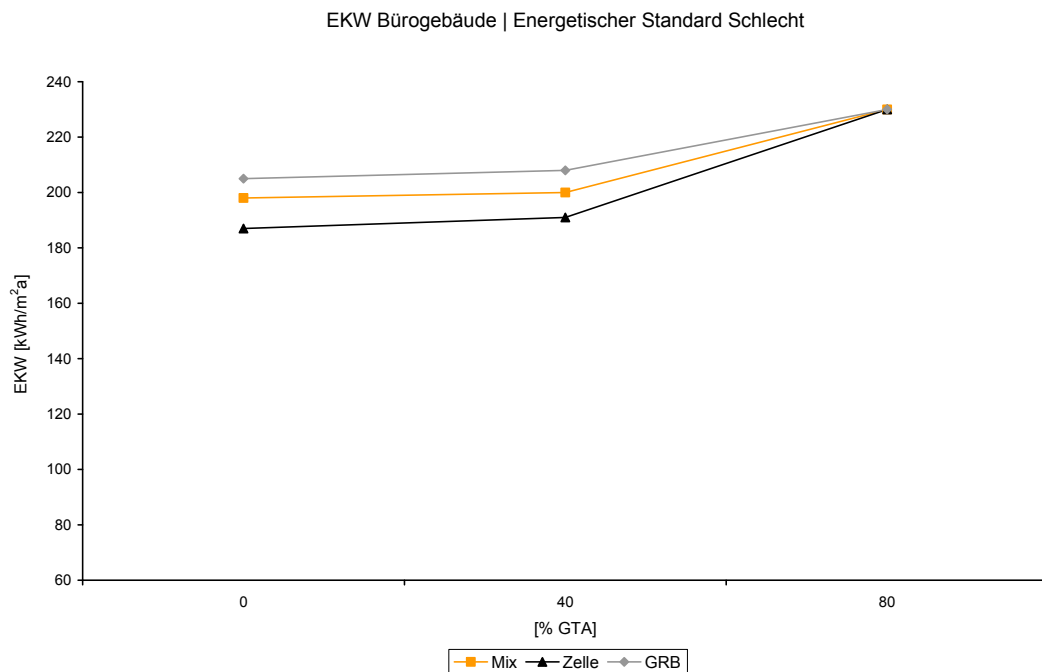


Abbildung 18: Spezifische Betriebsenergiekennwerte eines Büros mit schlechtem Standard in Abhängigkeit vom Grad der Telearbeit

Als Wert für die Herstellungenergie wurden Literaturwerte angenommen:

12 MJ/m² bezogen auf eine Lebensdauer von 50 Jahren bzw. 67 kWh/m².a

Diese Werte gelten für die Phasen Neubau (initial embodied energy) und Erneuerung (renovation embodied energy) während der Lebensdauer (vgl. Teilbericht *ANHANG E Energiebedarf Gebäude*).

2.4.3 Energiekennwerte IT

siehe Teilbericht '*ANHANG Extern C - IT*'

Sämtliche Daten für die Bewertung der IT – Struktur wurden durch das Büro ARUP – London bereitgestellt. Anpassungen der internationalen Standards an Österreich wurden in Absprache mit ARUP vorgenommen (*Tabelle 8*). Die in *Tabelle 8* angeführten *Energiekennwerte sind als* äquivalente, kontinuierliche Leistung pro Person (nötig während einer jeden Jahresstunde) zu verstehen.

Arbeitsplatz (work station)	49	W/P
A/V Ausstattung	15	W/P
Geschossverteiler	13	W/P
Zentraler Serverraum	74	W/P
Betriebsenergie Gesamt	151	W/P
Herstellungsenergie 25%	38	W/P
Primärenergiefaktor Österreich	2	[-]
S	350	W/P

Tabelle 8: Energiekennwerte IT

2.4.4 Kennwerte Verkehr

siehe Teilbericht '*ANHANG Extern B - Verkehr*'

Sämtliche Daten für die Bewertung der Verkehrsstruktur wurden durch Univ. Prof. Martin Fellendorf der TU Graz bereitgestellt (*Tabelle 9 bis Tabelle 11*). Exakte Daten liegen nur für die Stadt Linz und das Land Oberösterreich vor, welche für Österreichs Mittelstädte bzw. Kleinstrukturen als repräsentativ herangezogen werden. Da für den österreichischen Durchschnitt keine exakten Daten vorliegen, werden für die Hochrechnung Werte österreichischer Kleinstrukturen angenommen.

Regionale Lage	Verkehrsmittel	durchschnittliche Weglänge Wohnen - Arbeitsplatz / P
Kleinstruktur	10.1% ÖV 74.7% MIV 15.2% Fuss	15.7km
Mittelstädte	22.7% ÖV 60.1% MIV 17.2% Fuss	10km
Wien	29% ÖV 42% MIV 29% Fuss	10km
Österreich	10.1% ÖV 74.7% MIV 15.2% Fuss	15.7km

Tabelle 9: Verkehrsmittelwahl, durchschnittliche Fahrtweiten Arbeit - Wohnen

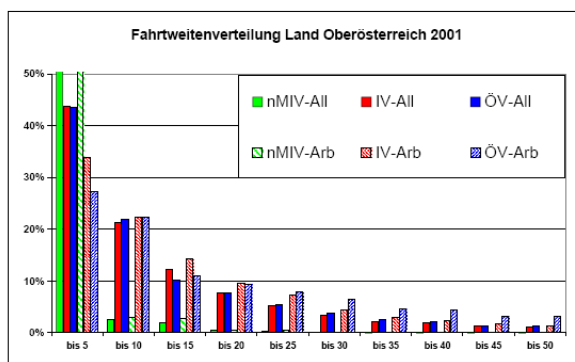


Tabelle 10: Fahrtweitenverteilung Land Oberösterreich

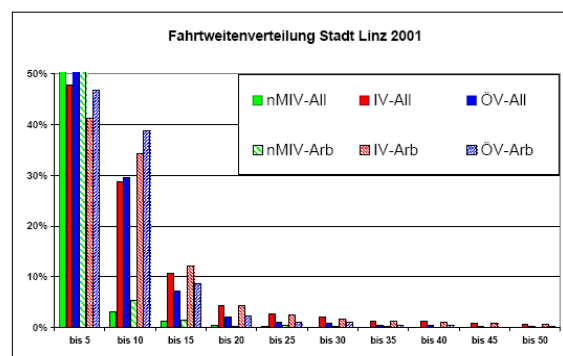


Tabelle 11: Fahrtweitenverteilung Stadt Linz

Als Betriebsenergiekennwerte der jeweiligen Verkehrsmittel wurden die Werte aus *Tabelle 9* zur Kalkulation herangezogen. Da keine Werte für die Herstellungsenergie der unterschiedlichen Verkehrsmittel vorliegen wurde seitens des Institutes für Gebäude und Energie der TU Graz, 20% der Betriebsenergie als vereinfachter Wert angenommen. Generell muss festgestellt werden, dass im Vergleich zu vorliegenden Literaturwerten die verwendeten Werte als sehr optimistisch (eher geringe spezifische Kennwerte) angesetzt wurden.

	EKW		
	kWhprimär/km		
A	0.56	Auto 1	Benzin mit mittlerem Besetzungsgrad
B	0.28	Auto 2	Diesel mit hohem Besetzungsgrad
C	0.17	ÖVP 1	Öffentlicher Personennahverkehr mit Bus mit mittlerem Besetzungsgrad
D	0.05	ÖPV 2	Öffentlicher Personennahverkehr mit Gelenkbus mit gut besetztem aber nicht vollem Besetzungsgrad
E	0.03	ÖPV 3	Öffentlicher Verkehr mit voll besetzter Bahn
F	0	ZU FUSS/RAD	

Tabelle 12: Primärenergiekennwerte der Verkehrsmittel

2.5 Casestudies

Die Untersuchungen der Casestudies wurden in 3 Schritten durchgeführt, welche zur Erlangung von Ergebnissen unterschiedlicher Detailgrade dienen:

1. Vorstudien: Casestudy 1 -12
2. Detailstudien: Casestudy A - C
3. Parameterstudien: Referenzstudie 'Graz – MIX - mittel'

2.5.1. Vorstudien

siehe Teilbericht 'ANHANG A - Vorstudien'

Anhand von 12 Fallbeispielen wurden erste Ergebnisse und die Größenordnung des gesamtenergetischen Verhaltens unterschiedlicher Dienstleistungsunternehmen grob ermittelt und eingegrenzt. Die Studien unterscheiden sich in Branche, Standort, Mitarbeiteranzahl (MA), Bürotypologie (Großraumbüro - GRB, Zellenbüro - ZB, Mischtypologie aus beiden - MIX) und dem energetischen Standard der Gebäude (gut, mittel, schlecht). Folgende Unternehmensstrukturen wurden untersucht:

- CS1_Anwaltskanzlei_Wien_90MA_MIX_gut
- CS2_Versicherung_Leibnitz_90MA_GRB_schlecht
- CS3_Steuerberater_Salzburg_100MA_ZB_mittel
- CS4_Softwareentwickler_Wien_400MA_ZB_schlecht
- CS5_F&E_Linz_660MA_GRB_gut
- CS6_Immobilienmakler_Amstetten_40MA_ZB_mittel
- CS7_Finanzberater_Wien_40MA_ZB_schlecht
- CS8_Werbeagentur_Wien_990MA_GRB_mittel
- CS9_Softwareentwickler_Villach_200MA_ZB_gut
- CS10_Callcenter_Graz_33MA_GRB_gut
- CS11_Unternehmen_'gut'
- CS12_Unternehmen_'schlecht'

CS11 und CS12 dienen als Extremwertberechnungen und bilden keine realistischen Unternehmensstrukturen ab, da sämtliche Werte auf ihr Maximum bzw. Minimum gesetzt wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass der Energiebedarf der Ausgangssituationen ohne Telearbeitsszenarien im Bereich zwischen 870 W/P und 2200 W/P liegt, wobei in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit die Grenzwerte auf eine Spanne zwischen 760 W/P und 1540 W/P bei GTA 80% reduziert werden. Weiters wurde festgestellt, dass die Unternehmensgröße in Form der Mitarbeiteranzahl nicht von entscheidender Relevanz für den Gesamtenergiebedarf auf Personenebene ist. Beispiel dafür sind CS10 und CS7, welche als Kleinunternehmen unter 50 Mitarbeiter ein völlig unterschiedliches energetisches Verhalten aufweisen. Auch bei CS1, CS2 und CS3 mit 90 bzw. 100 Beschäftigten sind keinerlei Parallelen im Energiebedarf zu erkennen (*Abbildung 19*):

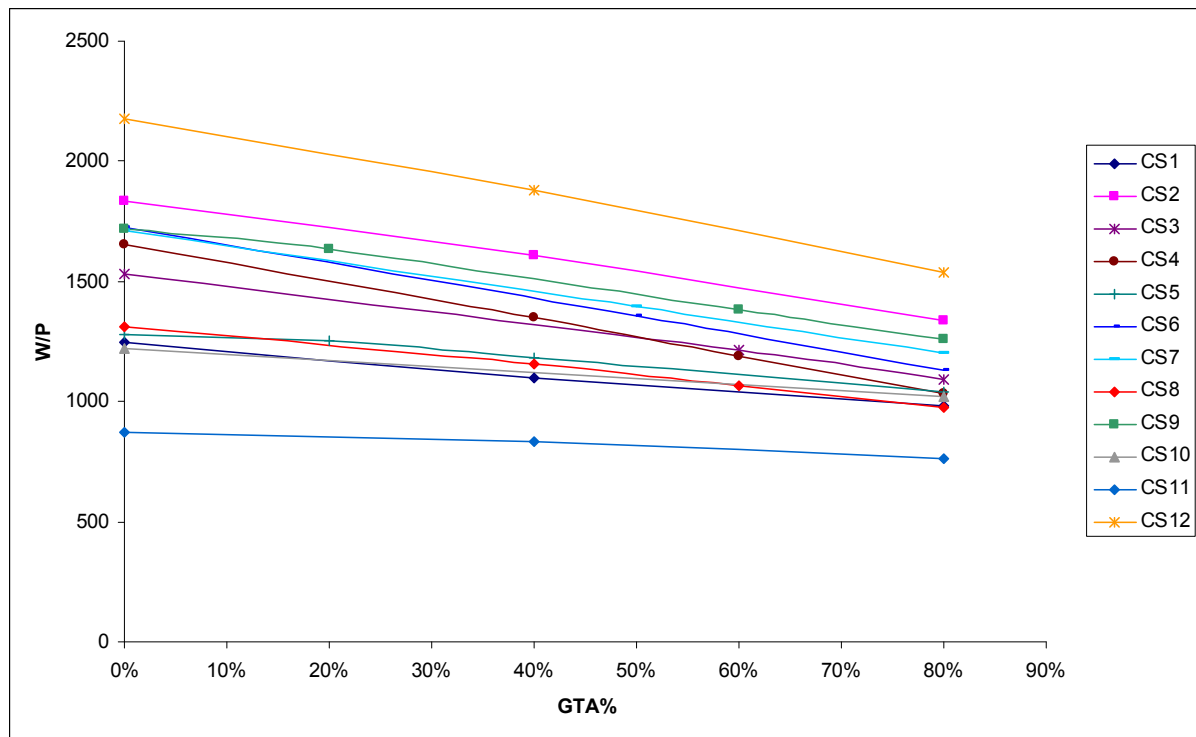


Abbildung 19: Casestudies – Vorstudien, Energetisches Verhalten in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit

2.5.2. Detailstudien

siehe Teilbericht 'ANHANG B - Detailstudien'

Die Erkenntnisse aus den Vorstudien haben gezeigt, dass der Standort, die Bürotypologie und der energetische Gebäudestandard von entscheidender Bedeutung für den Gesamtenergiebedarf eines Dienstleistungsunternehmens sind.

In einem weiteren Schritt wurden 3 unterschiedliche Unternehmen, in höherem Detailgrad untersucht, um Erkenntnisse über den Flächenbedarf / Person, den spezifischen Energiebedarf / m² BGF und die regionale Lage in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit zu erlangen. Folgende Unternehmen wurden untersucht (Abbildung 20):

- CSA_Werbeagentur_Weiz_273MA_MIX_schlecht
- CSB_Softwareentwickler_Linz_575MA_Zelle_mittel
- CSC_Versicherung_Wien_1096MA_MIX_gut

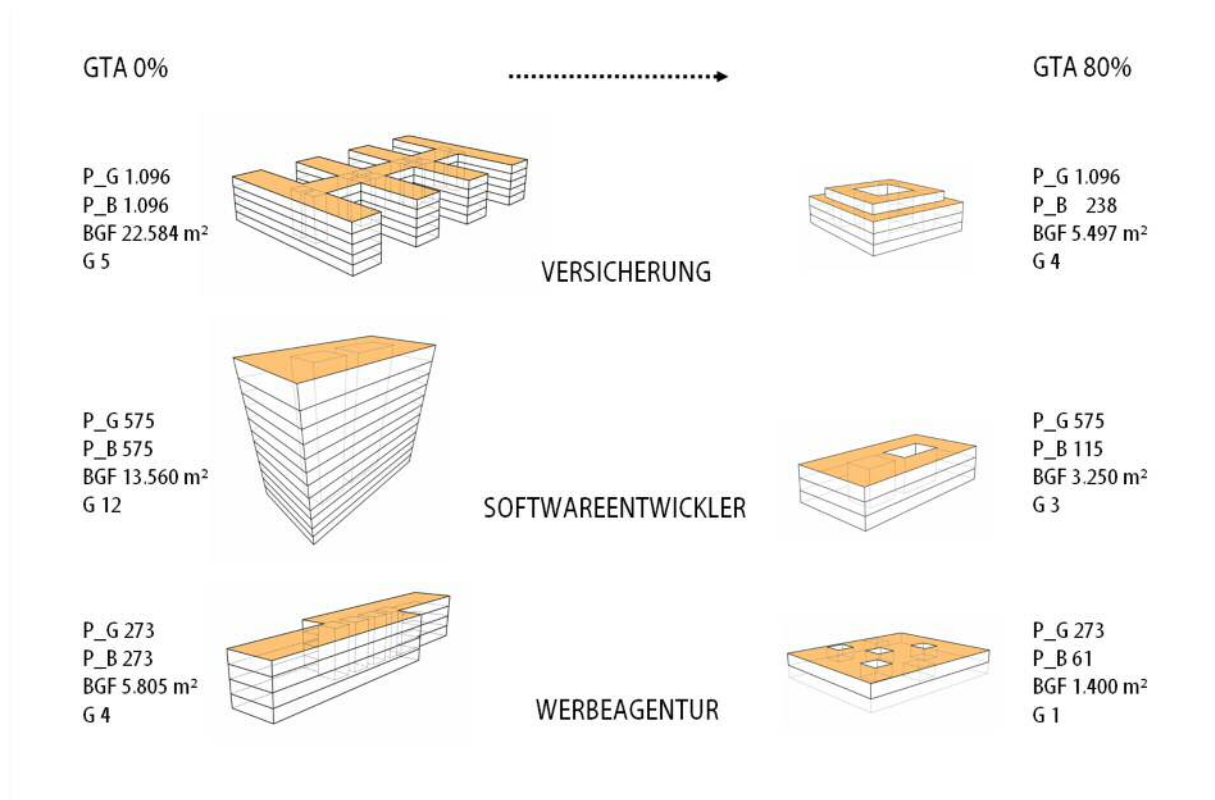
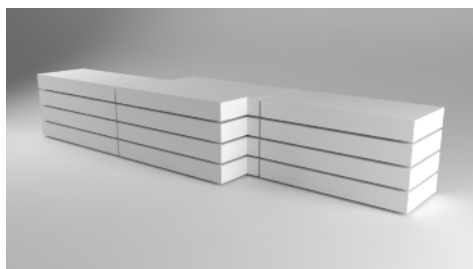
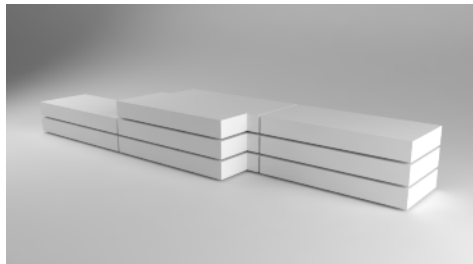


Abbildung 20: Detailstudien CSA - CSC

Ausgehend vom Ist-Zustand, in welchem die gesamte Belegschaft jeden Arbeitstag im Büro anwesend ist, wurden bis zu 7 Szenarien mit unterschiedlich hohen Graden an Telearbeit untersucht. Auf Grund der beruflichen Position im Unternehmen wurde definiert, dass die Personentypen der Geschäftsführer und deren Sekretariatsangestellte nicht geeignet sind die tägliche Büroarbeit zu Hause zu erledigen, alle anderen Arbeitnehmer hingegen können ihre Arbeit bis zu maximal 4 Tagen pro Woche im Homeoffice verrichten. Beginnend mit Szenario GTA-20% (Abweichungen von 2% möglich), als niederer Grad an Telearbeit (1 Tag pro Woche Homeoffice) wurden in circa 10% - Schritten moderate (2 und 3 Tage pro Woche Homeoffice) bis hin zu extremen Graden (4 Tage pro Woche Telearbeit) analysiert. Am Beispiel der Casestudy A (Abbildung 10) als 3-Scheiben Riegeltyp im Ausgangsszenario wurden bis zum GTA 58% ausschließlich die Geschossanzahl variiert. Bei einem Grad der Telearbeit von 78%, welcher die Anwesenheit sämtlicher 'telearbeitsfähiger' Personen im Büro an nur mehr einem Tag pro Woche bedeutet, würde diese Typologie nicht mehr geeignet sein, daher wurde für dieses Szenario ein neues Bürolayout entworfen, welches einerseits dem hohen Kommunikationsbedarf und andererseits dem flexiblen Arbeitsplatzanspruch gerecht wird.



CSA – GTA 0%



CSA – GTA 39%

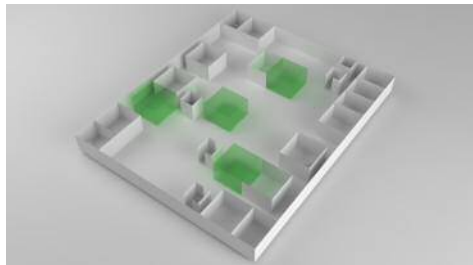
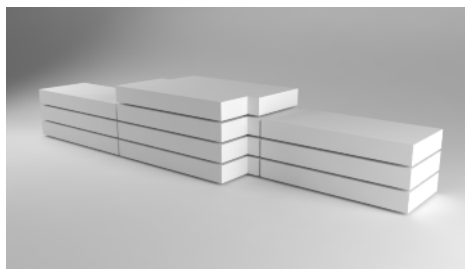
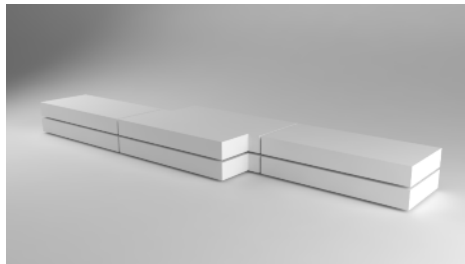


Abbildung 10 – CSA, GTA 0% - GTA 78%



CSA – GTA 19%



CSA – GTA 58%

Abbildung 21 zeigt den prozentuellen Anteil der einzelnen Sektoren am Gesamtenergiebedarf des Unternehmens, mit 30% Büro, 31% Wohnen 20% Verkehr und 19% IT im Ausgangsszenario. Eine Verschiebung der unterschiedlichen Sektoren durch Erhöhung des Telearbeitsgrades auf 78% ist in Abbildung 22 ersichtlich.

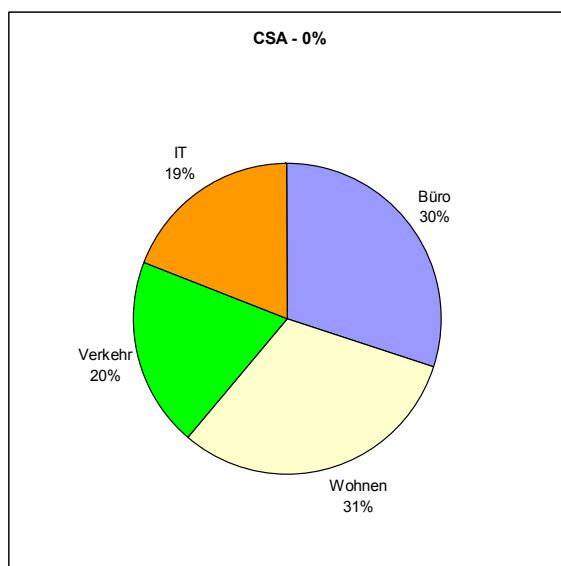


Abbildung 21: Energetischer Anteile je Sektor am Gesamtenergiebedarf bei GTA 0%

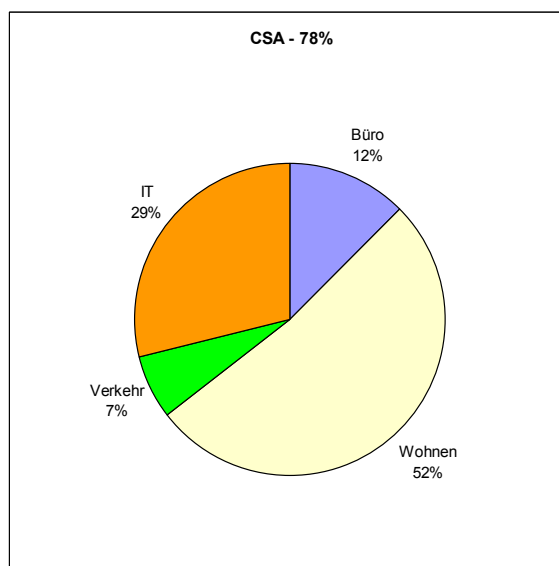


Abbildung 22: Energetischer Anteil je Sektor am Gesamtenergiebedarf bei GTA 78%

Man erkennt eine zu erwartende Reduktion des Verkehrs- und Büroanteils, bei gleichzeitigem Anstieg der Bedeutung des Wohn- und IT Sektors bei steigendem Grad der Telearbeit.

In einem weiteren Schritt wurden Sensitivitätsanalysen hinsichtlich aller relevanten Parameter erstellt, um die Wertigkeit aller Einflussfaktoren abschätzen zu können.

Die Studien zeigen, dass bei konventioneller Unternehmensorganisation ohne Telearbeit sämtliche Faktoren einen relevanten Einfluss auf den Gesamtenergiebedarf eines Unternehmens haben. Ausgenommen davon ist der Bereich IT, welcher unabhängig vom Grad der Telearbeit mit konstantem Energieverbrauch definiert wurde.

Betrachtet man ein Unternehmen mit konsequenter Umsetzung von Telearbeit bei GTA 78%, so sieht man, dass die Sektoren Verkehr und Bürogebäude an Relevanz verlieren, da einerseits ein Großteil der berufsbedingten Pendeldistanzen entfällt, und andererseits der Büroflächenanteil pro Mitarbeiter des Unternehmens wesentlich reduziert wird. Im Gegensatz dazu steigen die energetischen Auswirkungen des Wohnbereichs auf den Gesamtenergiebedarf, da der Wohnflächenbedarf durch Einführung von Telearbeit zunimmt (Abbildung 23 und Abbildung 24). Die Ergebnisse der Detailstudien CSA – CSC zeigen, dass das Einsparungspotential durch Telearbeit umso höher ist, je größer der Energiebedarf der Ausgangssituation ist (Abbildung 25). CSC weist ein Potential der Gesamtenergiebedarfsreduktion von 230 W/P auf, bis hin zu CSA mit 612 W/P.

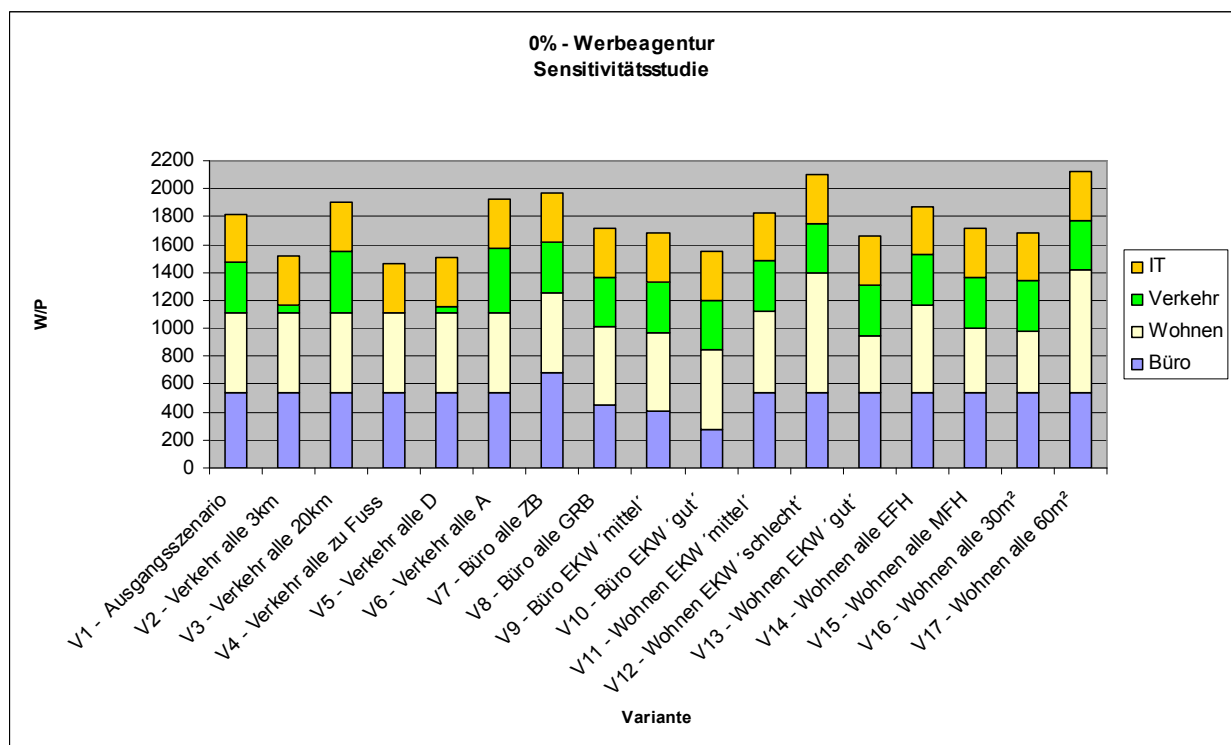


Abbildung 23: CSA – Sensitivitätsstudie GTA 0%

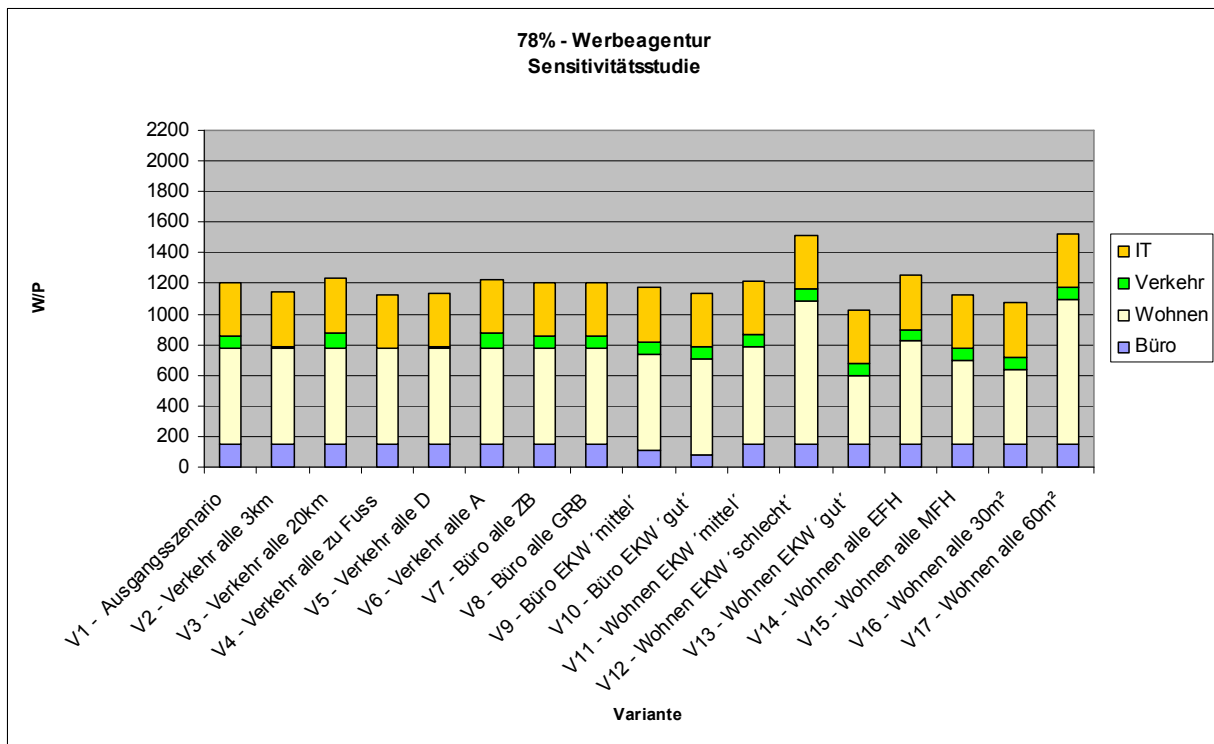


Abbildung 24: CSA – Sensitivitätsstudie GTA 78%

W/P	Grenzwerte sehr schlecht	Grenzwerte sehr gut	CSC	CSB	CSA
0%	2168	895	1213	1500	1818
38%	1863	894		1351	1558
46%			1096		
78%	1382	831	983	1090	1206
Delta	786	64	230	410	612

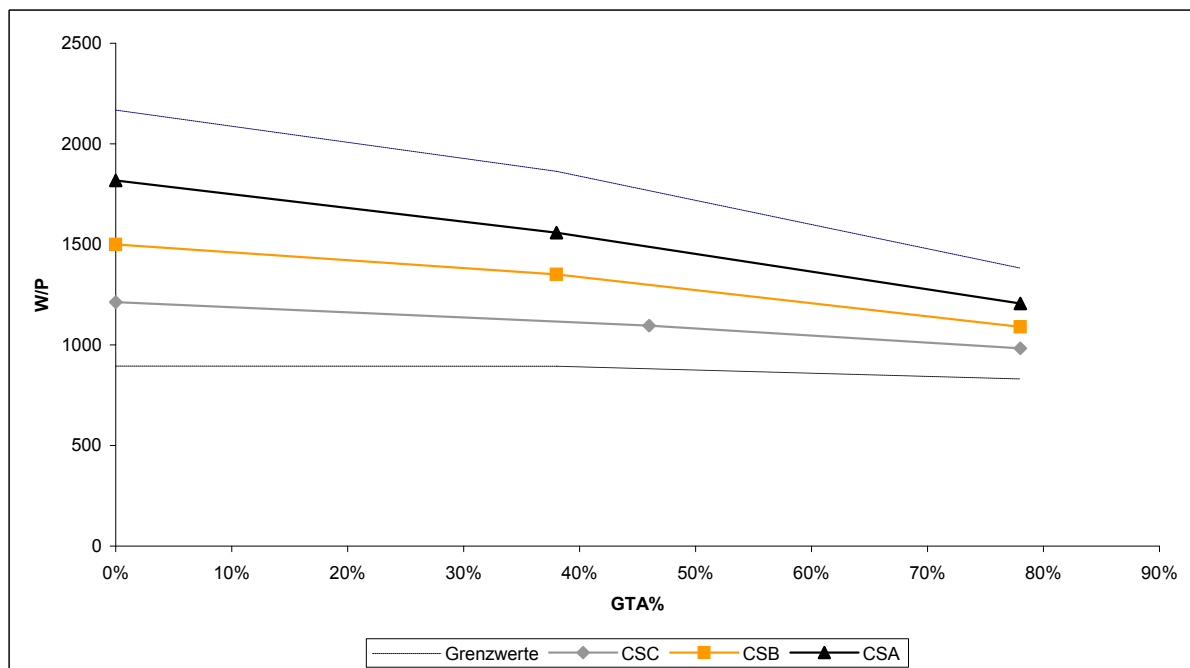


Abbildung 25: Gesamtenergetisches Verhalten CSA – CSC in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit

2.5.3. Referenzstudien

siehe Teilbericht 'ANHANG C - Referenzstudien'

Anmerkung: Auf Grund von Vergleichen zwischen unterschiedlichen Literaturquellen im Bereich der Herstellungsenergie wurde festgestellt, dass bei den bisherigen Studien dieser Bereich im Gebäudesektor als zu gering angenommen und daher um das ca. Dreifache erhöht wurde.

Basierend auf den Vor- und Detailstudien zahlreicher Dienstleistungsunternehmen wurden folgende Einflussfaktoren als entscheidend für den Gesamtenergiebedarf eines Unternehmens festgestellt:

- regionale Lage:
Wien, Mittelstadt, Kleinstruktur
- Energiestandard des Bürogebäudes:
gut, mittel, schlecht
Wohngebäude sind nicht unmittelbar durch das Unternehmen beeinflussbar
- Bürotypologie:
Zellenbüro, Großraumbüro, MIX

Die Unternehmensgröße in Form der Mitarbeiteranzahl wird nicht weiter berücksichtigt, da sich in den vorhergegangenen Untersuchungen gezeigt hat, dass diese keinen unmittelbaren Einfluss auf das energetische Verhalten eines Unternehmens hat.

Da bisher jeweils mehrere Faktoren zeitgleich variiert wurden, war die Relevanz der Einzelfaktoren nicht eindeutig ables- und interpretierbar.

Die Referenzstudienanalyse diente der Filterung der Auswirkungen der Einzelfaktoren auf den Gesamtenergiebedarf eines Unternehmens in Abhängigkeit vom Grad der Telearbeit. Ausgehend von einem 'Referenzunternehmen' mittleren Energiebedarfs wurden 6 Varianten berechnet die zur Erlangung je dreier Graphen pro Einflussfaktor dienen:

Referenzunternehmen:

- CS_Graz_MIX_mittel

Regionale Lage (Standort):

- CS_Wels_MIX_mittel
- CS_Wien_MIX_mittel

Energiestandard Bürogebäude:

- CS_Graz_MIX_gut
- CS_Graz_MIX_schlecht

Bürotypologie:

- CS_Graz_GRB_mittel
- CS_Graz_ZB_mittel

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse auf Unternehmensebene

3.1.1. Auswirkungen der regionalen Lage auf die Gesamtenergieeffizienz eines Unternehmens

Bei Betrachtung der Auswirkungen des Standortes auf den Gesamtenergiebedarf eines Unternehmens ist die Rolle der Verkehrsstruktur eindeutig ersichtlich. Urbane Agglomerationen weisen durch ein gut ausgebautes öffentliches Verkehrsmittelnetz und einen hohen Anteil an Fußgängern bzw. Radfahrern einen wesentlich geringeren Energiebedarf als Kleinstrukturen auf, wobei Wien als einzige Stadt Österreichs über ein U-Bahnnetz verfügt und sich dadurch von Städten mittlerer Größe wie Graz, Salzburg und Linz unterscheidet.

Weiters liegt die durchschnittliche Weglänge zwischen Wohnort und Arbeitsplatz, als weiterer Einflussfaktor auf den Energiebedarf, in städtischen Strukturen ca. 1/3 unter der Pendeldistanz von Kleinstrukturen.

Durch Einführung von Telearbeit in Unternehmen kommt es zu einer erwarteten Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs. Hinsichtlich der Wohnsituation muss, statistisch betrachtet, in städtischen Gebieten mit höherem Flächenzuwachs gerechnet werden, da der Anteil an Mehrfamilienhäusern entschieden höher liegt als in weniger dichten Strukturen. Allerdings ist der Einfluss des Flächenzuwachses im Wohnbereich gegenüber den Einsparungen des Verkehrssektors von untergeordneter Bedeutung.

Abbildung 14 zeigt das energetische Einsparpotential der regionalen Lage in Abhängigkeit vom Grad der Telearbeit, wobei dieses bei Unternehmen in kleinstruktureller Lage bis zu 40% höher liegt als in städtischen Gebieten (Abbildung 26).

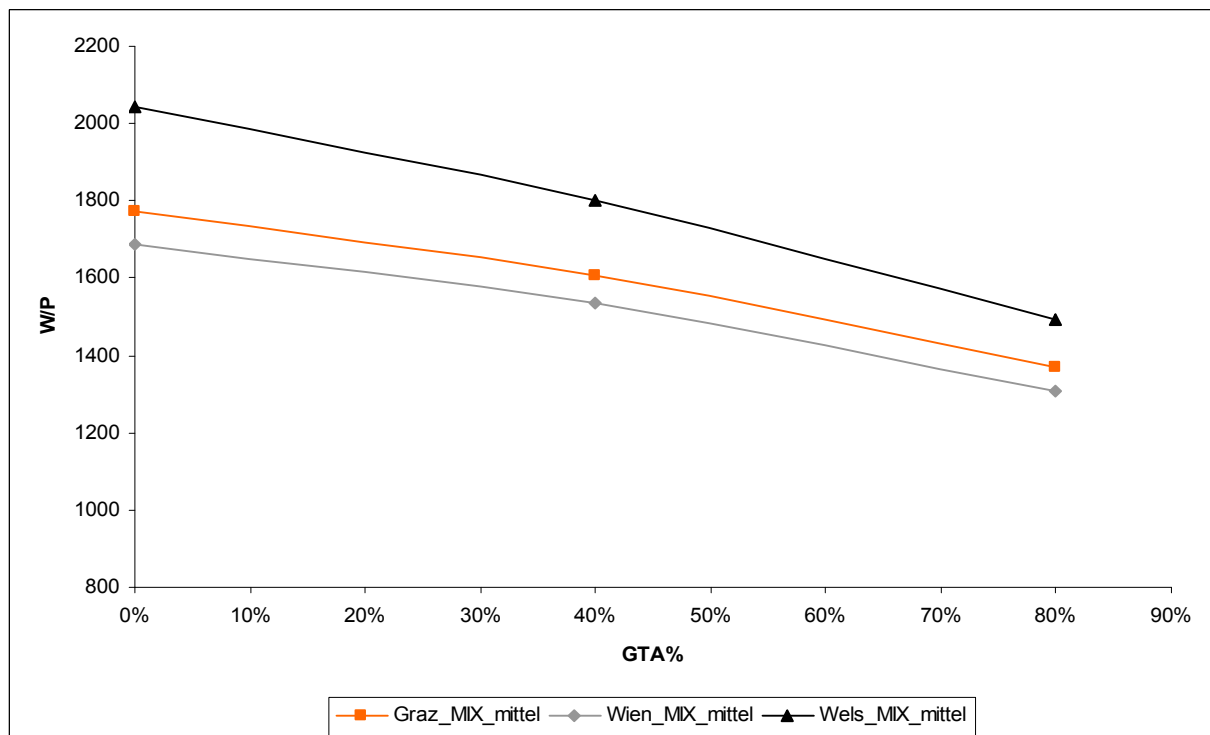


Abbildung 26: Auswirkungen der regionalen Lage auf den Gesamtenergiebedarf eines Unternehmens in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit

3.1.2. Auswirkung des energetischen Standards der Bürogebäude auf die Gesamtenergieeffizienz eines Unternehmens

Untersucht man die Gesamtstruktur eines Unternehmens mit variierenden energetischen Standards der Bürogebäude, so zeigt sich eine stark konvergierende Entwicklung mit tendenzieller Energiebedarfsreduktion.

Trotz steigendem Energiekennwert für Bürogebäude bei zunehmendem Grad der Telearbeit kommt es, auf Grund der massiven Flächenreduktion der Bürogebäude zu einer wesentlichen Einsparung pro Mitarbeiter des Unternehmens.

Bei konventionellen Unternehmensstrukturen ohne Telearbeit (GTA 0%) liegt das energetische Einsparpotential bei ca. 269 W/P welches sich auf ca. 69 W/P bei konsequenter Umsetzung von Telearbeit an 4 Tagen pro Woche (GTA 80%) verringert (Abbildung 27).

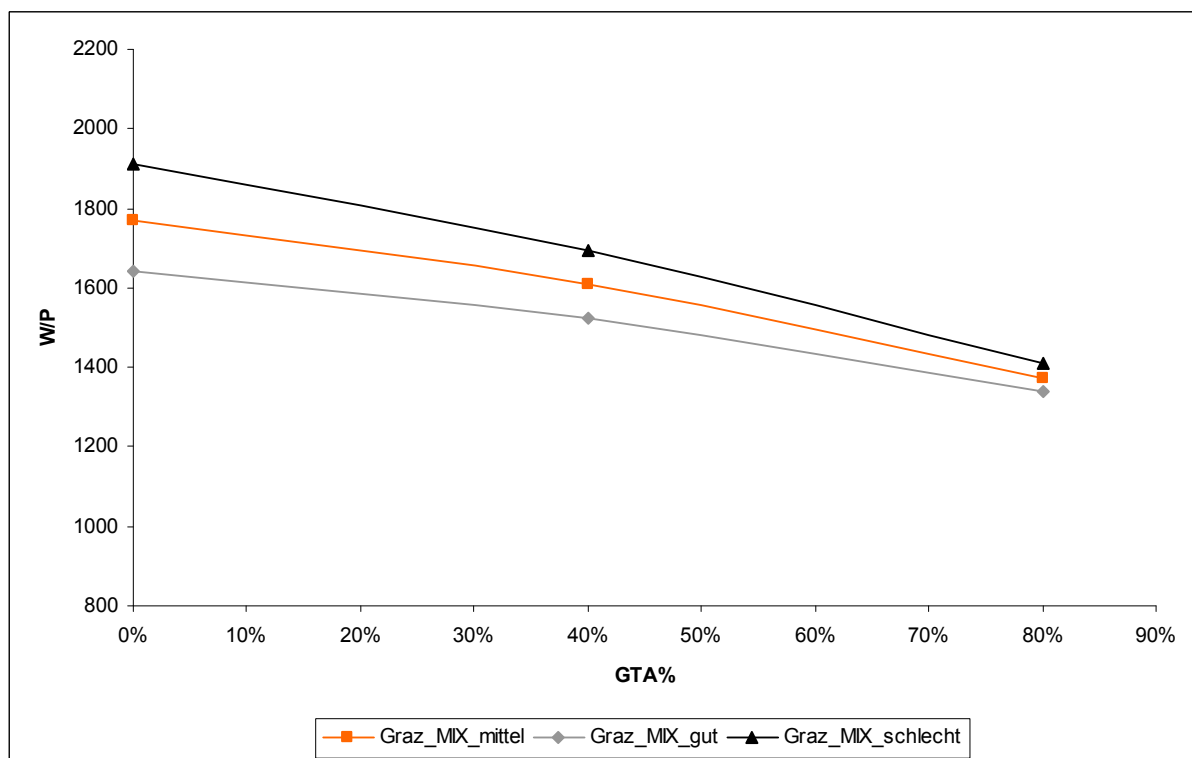


Abbildung 27: Auswirkungen des Energiestands auf den Gesamtenergiebedarf eines Unternehmens in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit

3.1.3. Auswirkung der Bürotypologie auf die Gesamtenergieeffizienz eines Unternehmens

Die Wahl der Bürotypologie eines Unternehmens ist von energetischer Bedeutung auf Grund des Gesamtflächenanteils pro Mitarbeiter. Dieser beträgt bei Zellenbüros 28m²/P, bei Großraumbüros 17m²/P und bei einer Mischtypologie (MIX) 21m²/P. Obwohl der spezifische Energiebedarf bei höherer Personendichte/m² Bürofläche steigt, dominiert in der Endbilanz der geringere Flächenbedarf pro Mitarbeiter. Folglich ergibt sich der geringste Energiebedarf pro Mitarbeiter bei Organisation einer Großraumstruktur mit ca. 1685 W/P, im Gegensatz zu

Endbericht ENERGIE DER ZUKUNFT

einer Zellenbürotypologie mit ca. 1926 W/P.

In Abhängigkeit des zunehmenden Grades der Telearbeit kommt es zu einer stetigen Annäherung der Energiebilanz der unterschiedlichen Bürotypologien, welche sich auf Grund des notwendigen Typologiewechsels bei 4 Tagen Telearbeit pro Woche (GTA 80%) angleicht.

Dies bedeutet ein Einsparungspotential bei maximalem Grad der Telearbeit von ca. 555 W/P bei Zellenbüros, ca. 400 W/P bei Großraumbüros und ca. 314 W/P einer Mischtypologie (Abbildung 28).

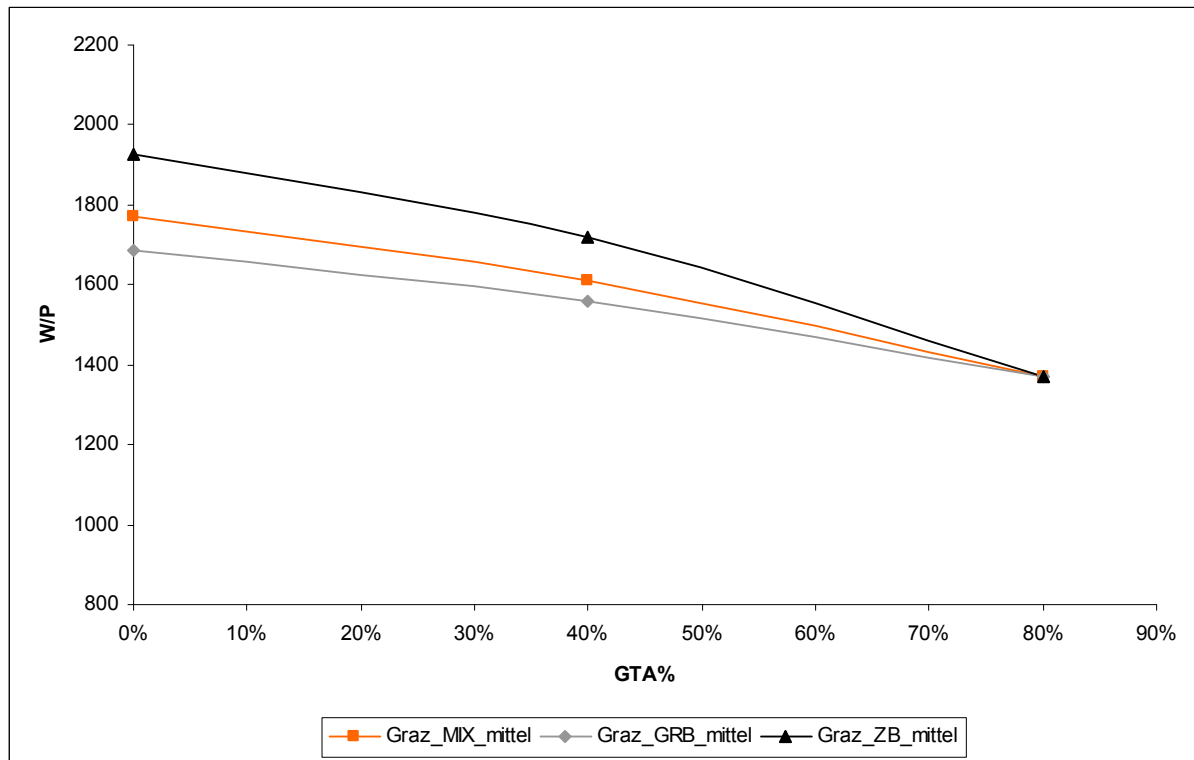


Abbildung 28: Auswirkungen der Bürotypologie auf den Gesamtenergiebedarf eines Unternehmens in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit

3.2 Hochrechnung auf Österreich

siehe Teilbericht 'ANHANG C - Referenzstudien'

In einem ersten Schritt wurden zahlreiche Dienstleistungsunternehmen abgebildet, um zu Aussagen für eine Hochrechnung des Potentials zur Gesamtenergieeinsparung in Österreich zu gelangen. Bereits im Projektantrag wurde definiert, dass sich die Untersuchungen auf den Dienstleistungssektor beschränken, da das vorhandene Potential auf Einführung von Telearbeit in diesem Wirtschaftssektor am Größten ist. Um eine repräsentative Verteilung hinsichtlich Lage und Größenstruktur sicherzustellen, wurde eine Analyse der Branchenstruktur, basierend auf die Arbeitsstättenzählung 2001 der Statistik Austria durchgeführt. Als repräsentative Branchen wurden folgende ausgewählt:

- Handelsvermittlung und Großhandel
- Kreditwesen ('Banken')
- Versicherungswesen
- mit dem Kredit- und Versicherungswesen verbundene Tätigkeiten ('Finanzdienstleister')
- Realitätenwesen
- F&E
- Datenverarbeitung und Datenbanken
- Erbringung von unternehmensbezogenen Dienstleistungen
- Rechts-, Steuer- und Unternehmensberatung
- Werbewesen
- Call Center

Betreffend die geographische Lage der Unternehmen wurde Österreich in drei Regionstypen gegliedert:

- Metropole: Wien
- Mittelstädte: Graz, Linz, Salzburg
- Kleinstrukturen: restliches Österreich

Nach näherer Untersuchung hat sich herausgestellt, dass eine weitere Verfolgung dieses Ansatzes nicht Ziel führend ist, da die notwendigen Daten für eine zeitlich angemessene Hochrechnung nicht ausreichend verfügbar sind.

Es wurde ein alternativer Ansatz gewählt, welcher eine Hochrechnung durch Bildung eines für Österreich 'durchschnittlichen' Unternehmens ermöglicht (*Abbildung 29*).

Durchaus problematisch ist weiterhin die Verlässlichkeit hinsichtlich der regionalen Verteilung und der damit verbundenen Parameter, weiters liegen auch keine Daten über die energetischen Standards von österreichischen Bürogebäuden vor, allerdings erscheint diese Methode dennoch legitim um das Energieeinsparpotential für das Land Österreich in seiner Komplexität grob abzuschätzen. Folgende Annahmen wurden der Studie zugrunde gelegt:

- Verkehr: Verkehrsmittelwahl, Modal Split und Tagesweglänge österreichischer Kleinstrukturen
- Wohngebäudeverteilung: laut Statistik Austria 'Österreichs Städte in Zahlen 2010'
- Energiestandard: mittel
- Bürotypologie: Mischtypologie aus Großraum und Zellenbüros (MIX)

Es zeigt sich ein durchschnittlicher Energiebedarf für das Unternehmen von 2006 W/P ohne
Endbericht ENERGIE DER ZUKUNFT

Anwendung von Telearbeitskonzepten, hin zu 1457 W/P mit einer Bedarfsenkung von 548 W/P bei einem extremen Grad der Telearbeit mit 80%.

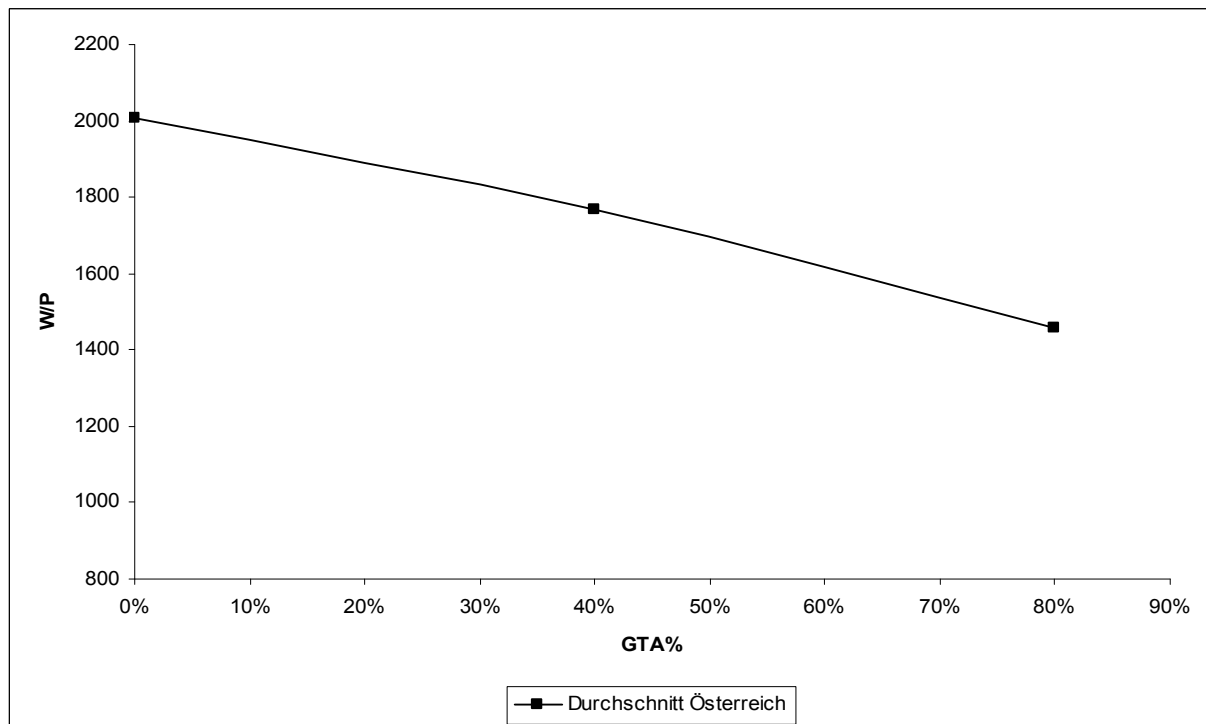


Abbildung 29: Energetisches Verhalten eines 'durchschnittlichen' österreichischen Unternehmens in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit ('Unternehmen Österreich')

Einsparungen von 548 W/P bei einem Energiebedarf des Ausgangsszenarios von 2006 W/P bedeuten eine Gesamtenergieeinsparung von ca. 27% auf Unternehmensebene. Betrachtet man den Anteil der Bürobeschäftigten an der Österreichischen Gesamtbevölkerung mit ca.15% (siehe 'ANHANG D - Flächenkennwerte Wohnbau') so errechnet sich eine Energiebedarfsreduktion pro Österreicher von 83 W. Laut Statistik Austria lag der österreichische Gesamtenergieverbrauch im Jahr 2008 bei 1311 PJ [4], was einer Dauerleistung von 4987 W/P entspricht. Somit liegt das maximale Potential für die Gesamtenergieeinsparung Österreichs durch konsequente Umsetzung von Telearbeit mit 4 Tagen pro Woche bei 1,7%. Bei 2 Tagen pro Woche Telearbeit würde die Einsparung 0,7% des gesamten Energieverbrauchs von Österreich betragen (Tabelle 13).

'Unternehmen Österreich'		Grad der Telearbeit				
		0%	39%	Delta 1	78%	Delta 2
S Betrieb		1488	1311	176	1090	398 W/P
S Herstellung		518	454	64	367	151 W/P
S Gesamt		2006	1766	240	1457	548 W/P
Bevölkerung Österreich [PJ] *2008	8,336,549					
Anteil Bürobeschäftigte [PJ] *2009	1,265,110					
Anteil Bürobeschäftigte [%]	15.18%		36 W/P		83 W/P	
Gesamtenergieverbrauch Ö [PJ]	1311					
Gesamtenergieverbrauch Ö [W/P]	4987					
Energieeinsparpotential auf Unternehmensebene			11.97%		27.35%	
Energieeinsparpotential / Österreicher			0.73%		1.67%	

Tabelle 13: Gesamtenergetisches Einsparpotential für Österreich durch konsequente Umsetzung von Telearbeit

3.3 Auswirkung unterschiedlicher Optimierungsmaßnahmen auf die Gesamtenergieeffizienz eines Unternehmens

siehe Teilbericht 'ANHANG H – Steigerungspotentiale'

Um die Potentiale unterschiedlicher Maßnahmen zur Steigerung der Gesamtenergieeffizienz einer Unternehmensstruktur zu untersuchen, wurden gängige Optimierungsstrategien in Relation zueinander gesetzt. Die Maßnahmen sollen nicht in Konkurrenz zueinander betrachtet werden, vielmehr ist eine Effizienzsteigerung durch Kombination der einzelnen Faktoren anzustreben. Die Einsparungen werden auf Ebene der energetischen Gesamtstruktur eines Unternehmens ermittelt, die Ergebnisse zeigen den Beitrag zur Steigerung der Gesamtenergieeffizienz auf gesellschaftlicher Ebene.

Ausgehend von dem fiktiven 'Unternehmen Österreich' als Referenzszenario wurden folgende Maßnahmen untersucht:

- GTA 0%:
Konventionelle Unternehmensstruktur ohne Telearbeit als Referenzszenario
- GTA 40%:
Umstellung der Arbeitsprozesse auf 2 Tage Telearbeit pro Woche
- GTA 80%:
Maximierung des Anteils der Telearbeit auf 4 Tage pro Woche
- Büro EKW gut:
Reduktion des spezifischen Energiekennwertes des Bürogebäudes von mittlerem auf guten Standard, beispielsweise durch energetische Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle
- Wohnen EKW gut:
Reduktion des spezifischen Energiekennwertes des Wohngebäudes von mittlerem auf guten Standard, beispielsweise durch energetische Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle
- Verkehrsmittel – Effizienzsteigerung:
Reduktion der spezifischen Energiekennwerte aller Privatautos von A = 0,56 kWh/km auf B = 0,28 kWh/km
- 'Compact City':
'Stadt der kurzen Wege' durch Steigerung der urbanen Dichte. Verringerung der Arbeitsweglänge von durchschnittlich 15km auf 5km pro Weg, unter Annahme von einer Verkehrsmittelwahl von ÖVM und Fußgängern/Radfahrern von 50:50%.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Umsetzung konsequenter Telearbeitsmodelle mit 4 Tagen pro Woche das höchste Potential auf Steigerung der Energieeffizienz eines Unternehmens mit 27% aufweist (12% bei 2 Tagen Telearbeit). Im Vergleich dazu belaufen sich die Auswirkungen einer Senkung des spezifischen Energiekennwertes der Bürogebäude auf eine Reduktion von 7% und jener der Wohngebäude auf 14%. Ebenso ist eine 7%ige

Senkung des Gesamtenergiebedarfs durch eine Effizienzsteigerung im Bereich der Mobilität zu erwarten, wobei das Modell einer 'Stadt der kurzen Wege' mit 17% das zweit höchste Energieeinsparpotential der diskutierten Szenarien aufweist (Abbildung 30).

'Unternehmen Österreich' W/P						
Referenzszenario GTA 0%	GTA 40%	GTA 80%	Büro EKW gut	Wohnen EKW gut	Verkehrsmittel - Effizienzsteigerung	'Compact City'
2006	1766	1457	1876	1735	1870	1672

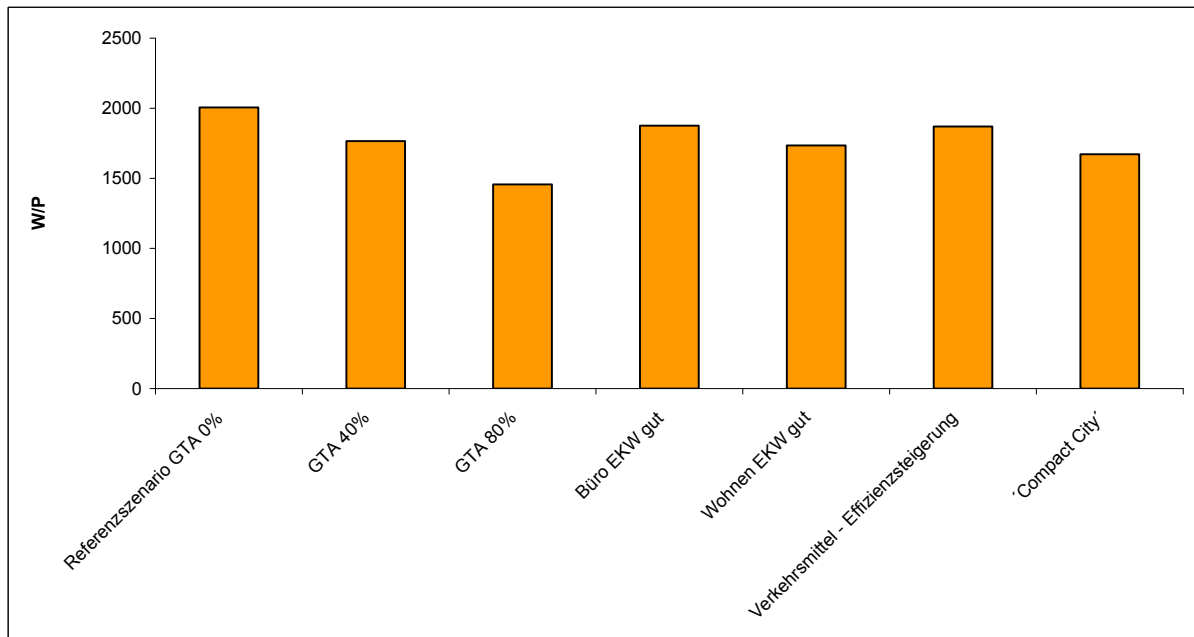


Abbildung 30: Vergleich unterschiedlicher Modelle zur Steigerung der Gesamtenergieeffizienz eines Unternehmens

3.4 Diskussion

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass das maximale Potential zur Reduktion des Energiebedarfs auf Unternehmensebene, durch konsequente Umsetzung von Telearbeitsmodellen, mit einem Anteil von ca. 27%, einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung der Gesamtenergieeffizienz leisten kann.

Eine Hochrechnung auf das gesamte Land weist ein Einsparpotential von ca. 1,7% des österreichischen Gesamtenergiebedarfs auf, wobei dieses in nächster Zukunft noch weiter steigen wird, da sich der Anteil der Dienstleistungsunternehmen im gesamten Wirtschaftssektor durch fortschreitende Digitalisierung der Arbeitswelt erhöhen wird.

Als entscheidende Einflussfaktoren auf das energetische Verhalten von Dienstleistungsunternehmen in Abhängigkeit zum Grad der Telearbeit haben sich die regionale Lage des Unternehmens, der Energiestandard des Bürogebäudes und die Bürotypologie herausgestellt. Unternehmensstandorte in kleinstädtischer oder ländliche Lage, schlechte energetische Gebäudestandards und flächenintensive Grundrissorganisationen wie Zellenbüros weisen auf Grund ihres hohen Energiebedarfs das höchste Potential auf Steigerung der Gesamtenergieeffizienz durch Umsetzung von Telearbeitsstrategien auf.

Bei Betrachtung gängiger Optimierungsmaßnahmen zur Energiebedarfsreduktion auf Ebene von Dienstleistungsunternehmen, wie beispielsweise Verbesserungsmaßnahmen des energetischen Standards von Gebäuden oder Effizienzsteigerung der Verkehrsmittel, spielt die Umsetzung von Telearbeitsmodellen eine dominante Rolle. Durch Verlagerung von Unternehmensstandorten aus zersiedelten Kleinstrukturen in kompakte städtische Gefüge mit hoher programmatischer Dichte kann ein weiterer entscheidender Optimierungsprozess zur Gesamtenergieeffizienzsteigerung der Gesellschaft initiiert werden.

3.5 Firmenkontakte

siehe Teilbericht 'ANHANG F – Unternehmenskontakte'

3.5.1 Interview

Zur Überprüfung der Umsetzbarkeit der geschilderten Telearbeitsszenarios wurden österreichische Firmen mit geeignetem Tätigkeitsbereich aus der Dienstleistungsbranche angeschrieben. In einem interviewartigen Gespräch wurde unter anderem erfragt, ob bereits Erfahrungen mit Telearbeitsmodellen im Unternehmen vorhanden sind, wie die Firma die Chancen und Risiken der vorgeschlagenen Telearbeitsmodelle bewertet und ob in Zukunft die Absicht bestünde den Anteil von Telearbeit in der Belegschaft zu erhöhen.

3.5.2 Aktuelle Umsetzung des Telearbeitsmodells

Als Ergebnis dieser Gespräche lässt sich feststellen, dass es sehr stark vom jeweiligen Tätigkeitsfeld, der individuellen Disposition der Verantwortlichen und den Vorgaben der Unternehmenskunden abhängt in wie weit Telearbeit im Betrieb umgesetzt werden kann. Als Beispiel sei erwähnt, dass die Sicherheitsbestimmungen in Bezug auf Daten- und Kommunikationssicherheit mancher privater, vor allem aber öffentlicher, Auftraggeber ein Hindernis in der Umsetzbarkeit von Telearbeit darstellen kann. Allerdings sei auch erwähnt, dass die Unternehmen diesbezüglich verschiedene Umsetzungsstrategien verfolgen, die mehr der persönlichen Haltung der Unternehmensleitung bezüglich Sicherheitsfragen, als der technischen Machbarkeit, zuzuschreiben sind.

Einige der Unternehmen weisen bereits einen Anteil von 8% bis 35% an Telearbeit in der Belegschaft auf. Den höchsten Anteil an Telearbeit wies die Firma Frequentis AG mit Standort Wien auf. Für Projektmitarbeiter wird hier das Telearbeitsmodell mit einem Anteil von 30% bis 35% der Gesamtbelegschaft bereits seit vielen Jahren umgesetzt. Dabei beschränkt sich unternehmensweit die Arbeit von zu Hause auf maximal zwei Arbeitstage pro Woche. Mitarbeiter mit überwiegend administrativer Tätigkeit arbeiten auch einige Tage im Monat von zu Hause aus. Generell wird Telearbeit im Unternehmen als erstrebenswert empfunden und wird durch eine relativ lange Verweildauer der Mitarbeiter honoriert.

Aus der Befragung der Unternehmen geht einstimmig hervor, dass eine Ausweitung von Telearbeit in der Belegschaft bis zu maximal zwei Arbeitstage pro Woche denkbar ist. Darüber hinaus möchte keines der befragten Unternehmen in Bezug auf Telearbeit wirklich gehen.

3.5.3 Potentielle Hindernisse für die Umsetzung von Telearbeit

Neben den Sicherheitsaspekten bezüglich sensibler Projektdaten werden die negativen sozialen Auswirkungen auf die Belegschaft durch vermehrtes Telearbeiten von einigen Verantwortlichen als Hindernis in der Umsetzung des Arbeitsmodells empfunden. Allen voran wurden von Seite der Unternehmensleitung Bedenken geäußert, dass durch den potentiellen verminderten sozialen Austausch der Mitarbeiter untereinander die soziale Grundlage für erfolgreiche Projektarbeit gefährdet wird. Kurzfristige konfliktlösende Eingriffe der Unternehmensführung seien nicht mehr unmittelbar möglich.

Des Weiteren wird auch eine Produktivitätsminderung befürchtet, die durch Wegfallen von unmittelbaren, kurzen Gesprächen über den Arbeitstisch hinweg entstehen könnte.

Dem gegenübergestellt fehlen allerdings Erfahrungsberichte von negativen Auswirkungen von Telearbeit in jenen Unternehmen, die bereits seit Jahren das Telearbeitsmodell

umsetzen. Die genannten Befürchtungen in Bezug auf das Telearbeitsmodell fußen folglich auf der individuellen Haltung der Verantwortlichen und persönlicher Präferenzen.

3.5.4 Auswirkungen auf die Informationstechnologie

Die Auswirkungen auf die Informationstechnologie beschränken sich laut den Verantwortlichen im Allgemeinen auf Aspekte der Datensicherheit. Die technische Durchführbarkeit von Projektarbeit von zu Hause aus sehen die befragten Unternehmen heute schon als gegeben. Es gibt sowohl Befürworter als auch Gegner von Standgeräten und mobilen Computern unter den befragten Unternehmen. Erwähnt wurde der Aspekt der höheren Diebstahlsicherheit von Standgeräten gegenüber mobilen Computern. Auf der anderen Seite bauen einige Unternehmen schon seit Jahren erfolgreich auf die Verwendung mobiler Computer und Telefonen für Telearbeiter, die auch zur privaten Verwendung zugelassen und getrennt abrechnen werden.

Es sei zu erwähnen, dass Unternehmen mit Tätigkeiten in ähnlichen Industriebereichen verschiedene Strategien bezüglich der Bereitstellung von Endgeräten verfolgen.

3.6 Soziologie

siehe Teilbericht 'ANHANG Extern A – Soziologie'

Soziologische Aspekte vermehrter Telearbeit

Sieben zentrale Fragen im soziologischen Gutachten von Dr. Raimund Gutmann beleuchten die soziologisch relevanten Wechselwirkungen der verschiedenen Akteure, die durch einen schrittweise Anhebung der räumlichen Trennung von Wohnen und Arbeiten auftreten. Die skizzierten soziodemografischen Schlüsseltrends basieren auf Zukunftsprognosen der Trendforschung. Im Folgenden sind die einzelnen Fragen und Stellungnahmen angeführt.

3.6.1 Wie wird aus soziologischer Sicht die gesellschaftliche Akzeptanz vermehrter Telearbeit einzuschätzen sein?

Der einschneidende soziodemografische Wandel ist eine anerkannte Tatsache. Ihm wird von Seite der Politik und Wirtschaft eine Debatte mit pessimistischer Schlagseite begegnet. Dem gegenüber kann erst durch einen grundlegenden Zukunftsoptimismus der Blick auf die Chancen und Möglichkeiten des sozialen und kulturellen Wandels geöffnet werden. Da die Gesellschaft als komplexer Organismus mehr als nur eine Wirtschaftsmaschine ist, die sich durch Statistiken, soziokulturellen Daten und Finanzprognosen abbilden lässt, können soziodemografische Trends zwar festgemacht werden, ihre Konsequenzen jedoch nicht.

Es ist heute schon erkennbar, dass sich die Vorstellungen über Sozialstaat, Familie, Kinder, etc. wandeln und sich die Einstellung zur Arbeit hinsichtlich einer „Work- Life- Balance“ verändert. Der Wandel vollzieht sich in schrittweisen Anpassungen von rechtlichen Vorgaben, wirtschaftlichen Aktivitäten und privaten Initiativen an veränderte Grundorientierungen und Leitbilder.

Wie eine Gesellschaft auf bestimmte Veränderungen, wie verstärkte Telearbeit reagiert, lässt sich nur anhand von Zukunftsszenarien, die auf Beobachtung und Analyse des gesellschaftlichen Wandels fußen, abschätzen. Im Gutachten wird ein optimistisches Szenario angenommen, welches die Chancen und Potentiale des soziodemografischen Wandels aufzeigt und auftretende Probleme als grundsätzlich lösbar oder zumindest akzeptabel bewertet.

Im angenommenen Szenario stehen eine Vielfalt an Lebensweisen und Auffassungen im Mittelpunkt. Fixe Rollenzuschreibungen treten in den Hintergrund. In Bezug auf Kreativität, Leistungsbereitschaft und Ergebnisorientierung verschiebt sich die Demarkationslinie von, zum Beispiel Jung und Alt zu Aktiven und Inaktiven Mitgliedern der Gesellschaft.

In Bezug auf Telearbeit werden die steigende Selbstverantwortung des Individuums, eine Informations- und Multioptionsgesellschaft, sowie ein Anstieg der Bedeutung dezentraler, netzwerkartig organisierter Strukturen prognostiziert. In Anlehnung an John Naisbitts These werden folgende Megatrends gezeichnet:

- Die wissensbasierte Ökonomie, sowie die Kreativgesellschaft werden weiter zunehmen. Neue gesellschaftliche Wertvorstellungen treiben den Wandel in der Arbeitswelt voran.

- Die „Individualisierung“ gilt als gesellschaftlicher Schlüsseltrend schlechthin. Tradierte Formen von Zugehörigkeit lösen sich zugunsten einer „Multioptionsgesellschaft“ auf. Das

Resultat ist eine echte Wahlmöglichkeit bei der Gestaltung des Lebens. Als Reaktion auf die voranschreitende Individualisierung und die Beschleunigung des gesellschaftlichen Lebens steigen die Bedürfnisse nach sozialen Kontakten und Gemeinschaft. Hierbei wird vom „Community- Zeitalter“ gesprochen.

- Die gewohnte dreiteilige Normal- Biografie aus Kindheit – Arbeit/ Familie – Rente verändert sich hin zur mehrfach gegliederten Lebensbiografie. Dieses als „Multigrafie“ bezeichnetes Mosaik aus Lebensabschnitten erzeugt in ihren Phasen unterschiedliche Lebensstile, Lebenskrisen und Arbeits- und Wohnbedürfnisse.

Daraus folgt dass die Sphäre der Erwerbsarbeit in Zukunft flexibel an neue biografische Freiheiten und Lebenszyklen anpassbar sein muss.

- Neue Wohn- und Quartierskonzepte treten in den Vordergrund, wie beispielsweise Baugruppen, CoHousing, Special- Interest- Groups, Gemeinschaftsbüros, Nachbarschaftstreffe, etc. Die Nutzungsformen zeichnen sich vor allem durch zum „reinen“ Wohnen integrierte tertiäre Nutzungen aus.

- Das Internet als umfassendes Echtzeit- Medium und das mobile Internet fungieren als Treiber des digitalen Wandels in einer „Netzgesellschaft“ für die in Zukunft die Anwendung von Informationstechnologie mit weniger Barrieren und einer hundertprozentigen Verbreitung zu erwarten sind. Dies beeinflusst die Akzeptanz von Telearbeit entscheidend.

- Global agierende Großunternehmen müssen lernen aufgrund ihrer kaum mehr steuerbaren Komplexität auf Selbstorganisation umzustellen, Verantwortung zu delegieren und dezentrale Handlungsfähigkeit zu gewährleisten. Kern der veränderten Wirtschaftsweise werden kleine, vernetzte Wirtschaftsinselformen mit kreativer Wissensarbeit und Servicecharakter sein. Ein großer Teil wird Affinität zu neuen Selbstständigen oder für Telearbeit aufweisen.

- Neue Mobilitätssysteme, sowie Formen intelligenter Verkehrssteuerung werden auf Mobilitätsbarrieren reagieren, das heißt die Furcht vor Staus wird kein Argument für das Arbeiten zu Hause sein.

3.6.1.1 Thesen und Einschätzungen

- Professionell entwickelte und sensibel kommunizierende Telearbeitsmodelle in geeigneten Branchen werden langfristig gesellschaftlich akzeptiert werden. Von Teilen der „Workforce“ von morgen werden sie sogar gefordert werden. Laut Zukunftsforschern können kurzfristige Widerstände auftreten, da generell die kurzfristigen Auswirkungen von Technologien überschätzt und die langfristigen unterschätzt werden.

- Einen gewissen bremsenden Effekt dieser Entwicklung werden Retro- Trends zur „Re-Analogisierung“, sowie IT- Verweigerer, Aussteiger, etc. haben.

- Im Sinne der skizzierten Multigrafie mit oft wechselnden Lebensabschnitten und Notwendigkeit zur Flexibilität (z.B. Patchwork- Familie) kann Telearbeit alltagspraktisch entgegenkommen und dabei auch Selbstverwirklichungswünsche erfüllen.

- Im Sinne von Best Practice müssen die betroffenen Branchen sich um optimale Lösungen für Telearbeitsplätze bemühen. Intelligente Systeme zur Raumbildung und -gliederung, die sich optimal ins Wohnumfeld integrieren und Einblicke, wie Abschirmung zugleich

akustisch und visuell bieten, müssen entwickelt werden.

3.6.2 Ist mit steigender Telearbeit mit einem Defizit an sozialem Austausch innerhalb der Belegschaft eines Unternehmens zu rechnen?

Durch die zunehmenden Verschmelzungstendenzen der Lebensbereiche Wohnen, Arbeiten und Freizeit werden ihre Grenzen immer unschärfer. Sozialer Austausch und Kommunikation findet überall statt. Der gesellschaftliche Trend verschiebt sich zu immer weniger starken und vielen losen Bindungen, die unter anderem durch Social- Media- Kontakte der „Generation Facebook“ weiter verstärkt werden.

3.6.2.1 Thesen und Einschätzungen

- Auf dem Hintergrund der Trendanalyse kann vermehrte Telearbeit nicht für ein Defizit an sozialem Austausch (Face-To-Face- Kontakt) verantwortlich gemacht werden. Der klassische Face-To-Face- Kontakt der Mitarbeiter verringert sich generell zugunsten privater, internetbasierter Netzwerke, die synergetisch auch beruflich genutzt werden. Dieser Austausch findet heute schon nur mehr in der gleichen hierarchischen Ebene oder im selben kulturellen Milieu statt. Die Bindung an die physische Firma wird lockerer auch ohne Telearbeit tendenziell immer.
- Auf der einen Seite werden die innerbetrieblichen Kontaktmöglichkeiten quantitativ abnehmen, andererseits entfallen auch unangenehme Seiten der täglichen Konfrontation mit Kollegen, die von privaten Eigenheiten geprägt sind.

3.6.3 Wie ist die Bedeutung des physischen Ortes für die Identifikation der Belegschaft mit dem Unternehmen?

Die Bedeutung des physischen Arbeitsortes tritt mit dem Trend zu non- territorial organisierten Unternehmenslandschaften zugunsten multilokaler Lebensformen zurück. Ein schneller Internetzugang wird häufig als Bewertungskriterium für die Standort- und Wohnortwahl herangezogen.

Der Trend zur „Leasing- Gesellschaft“ verändert ebenfalls die Identifikationsmuster mit dem physischen Ort und führt zu weniger festen, tiefgehenden und einer wachsenden Anzahl loser Ortsbindungen.

Arbeitswelten werden schon heute inszeniert, um gezielt Kommunikation der Belegschaft untereinander zu unterstützen.

3.6.3.1 Thesen und Einschätzungen

- Negative Auswirkungen auf die Identifikation mit dem Unternehmen, aufgrund geringer Anwesenheit der Belegschaft in der Unternehmenszentrale, sind nicht zu erwarten.
- Es wird davon ausgegangen, dass in Zukunft die Identifikation mit dem Unternehmen über andere Kanäle, Kommunikationswege und Netze stattfindet. Ein geändertes Wirtschaftsbild, dass Unternehmen als lernende, wandelbare Organisationen begreift liegt dem Zugrunde.
- Der physische Ort der Unternehmenszentrale behält weiterhin seine Bedeutung für Repräsentanz, Prestige und Corporate Identity. Er verliert an Bedeutung für den Arbeitsalltag der Mitarbeiter.

3.6.4 Welche Einflüsse hat vermehrtes Telearbeiten auf die Kommunikation zwischen der Unternehmensführung und der Belegschaft eines Unternehmens?

Die neue Norm in der Arbeitswelt wird eine Berufsbiografie sein, die gekennzeichnet ist von Brüchen und Diskontinuitäten, wie zeitweiser Selbstständigkeit, temporärer Projektarbeit, zwischenzeitlicher Arbeitslosigkeit und Multi- Jobbing. Ein großer Teil der Belegschaft hat Erfahrung mit selbstständiger Kommunikation.

Das Unternehmen beziehungsweise die Arbeitgebermarke wird verstärkt zu mehr Transparenz gezwungen sein aufgrund von Employer- Branding im Netz, welche das Unternehmen nach Wohlfühlfaktor, Karrierechancen, Benefits, Kommunikationskultur, etc. bewertet.

3.6.4.1 Thesen und Einschätzungen

- Die Reduktion der herkömmlichen Arbeitsplatzfläche bedarf vermehrt allgemeiner Kommunikationsflächen für den Austausch. Optimales Flächenmanagement muss gegeben sein.
- Die Belegschaft wird mit vermehrter Telearbeit selbstständiger, das heißt die Unternehmensführung muss den Controlling- Ansatz zugunsten einer Vertrauenspflege aufgeben.
- Die Qualität der Kommunikation erhöht sich durch vermehrte Aufmerksamkeit und bewussterem Umgang, da man sich nicht mehr jederzeit treffen kann.

3.6.5 Welche soziologisch relevanten Themen müssen bei einem Anstieg von Telearbeit auf Unternehmerseite beachtet werden?

Unternehmenskulturen müssen neu ausgestaltet werden, sodass dem Faktor Vertrauen in die Mitarbeiter große Bedeutung zukommt. Dieser Aspekt wird als so entscheidend gewertet, dass Unternehmen mit verbreiteter Misstrauenskultur vom Markt verschwinden könnten.

Der Trend zu mehr Flexibilität führt zur Notwendigkeit von einem Angebot an echten Win-Win- Vereinbarungen für die Mitarbeiter eines Unternehmens. Wichtigste Produktivkraft zukünftiger erfolgreicher Unternehmen wird die als sinnvoll empfundenen berufliche Tätigkeit und die Zufriedenheit aus der Erfüllung gestellter Aufgaben an die Mitarbeiter sein.

Der Kompetenzaufstieg von Frauen verlangt mehr Beachtung der „Female Values“ seitens des Unternehmens. Die Ökonomie von morgen ist von zunehmend weiblichen Verhaltensweisen, Lösungs- Intuitionen und Wertvorstellungen geprägt. Das neue Geschlechterverhältnis erzeugt neue Lebensstile und veränderte Rollenmuster.

3.6.5.1 Thesen und Einschätzungen

- Voraussetzung für die Ausweitung von Telearbeit sind ein neues Unternehmensleitbild und transparente Vorstellungen bezüglich der Arbeitskultur.
- Die aktuelle lebensbiographische Situation des jeweiligen Mitarbeiters muss mit dem Angebot von Telearbeit von Unternehmensseite so verknüpft werden, dass Synergien entstehen. Dies führt zu einer wachsenden Vielfalt an Mitarbeitertypen mit unterschiedlicher

Zeitflexibilität.

- Von der Unternehmensführung müssen spezifische Bedürfnisse und Zeitarrangements von Frauen, sowie „Female Skills“, wie Kommunikation, Sozialkompetenz und Informations- und Zeitmanagement besonders beachtet werden.
- Die Bindung an das Unternehmen muss mit kreativen, wertschätzenden Aktivitäten immer wieder neu inszeniert werden, um Abwanderung zur Konkurrenz oder eigener Unternehmensgründung entgegen zu wirken.
- Eine Unternehmenskultur der guten Balance zwischen Vertrauensvorschuss und Kontrolle, insbesondere sensible Firmendaten betreffend, muss entwickelt werden.

3.6.6 Welche soziologisch relevanten Themen müssen bei einem Anstieg von Telearbeit auf Seite der Arbeitnehmer beachtet werden?

Verschmelzung von Wohnen, Arbeiten und Freizeit gelten in Bezug auf Arbeitnehmer als Schlüsseltrend, wobei generell die Chance überbewertet und die Risiken unterbewertet werden. Die Erwartung an den Job wird von Seite der Arbeitnehmer mit Sinnfragen und persönlichen Selbstverwirklichungswünschen aufgeladen.

Kreativität als neuer Treibstoff für die Wirtschaft wird neue Regeln in der ökonomischen Wertschöpfung hervorbringen. Dabei laufen die Arbeitnehmer Gefahr, dass ihre Kreativität vom Unternehmen aufgesaugt wird, ohne dass sie am „Benefit“ teilhaben.

3.6.6.1 Thesen und Einschätzungen

- Auf der Habenseite stehen für den Arbeitnehmer durch Telearbeit Sinn, Erfüllung, größere Zeitsouveränität und ein selbstbestimmtes Arbeiten.
- Tatsache ist, dass es vielen Menschen schwer fällt mit flexibler Zeiteinteilung umzugehen. Als Ergebnis stehen oft „Stress“ und Selbstausbeutung.
- „Flexibilität“ gewinnt an Imagezuwachs, der in „Patchwork- Lebenssituationen“ und der Anpassung an Lebenszyklen sichtbar wird. Daher werden die neuen Generationen mit Telearbeit besser umgehen können.
- Ein deutlicher Rückgang von Krankenstandtagen ist anzunehmen, da bei kleineren Gesundheitsproblemen einfach mehrfach kurze Erholungspausen gemacht werden. Dadurch gehen andererseits die Regenerationszeiten auf Kosten der Freizeit.
- Der einzelne Teleworker muss sich den individuellen Herausforderungen in Bezug auf zeitliche und organisatorische Strukturen stellen und diese in Abstimmung mit seinen (Patchwork-) Familienangehörigen bringen.

3.6.7 Welche soziologischen Folgeerscheinungen können durch Erwerbstätigkeit in den eigenen vier Wänden auftreten und was muss im privaten Umfeld des Mitarbeiters beachtet werden?

Es ist ein Megatrend der „Individualisierung“ (ca. 50% Single- Haushalte in den Städten) mit steigendem Wohnflächenverbrauch pro Person festzustellen. Dieser Umstand wird als Ausgangssituation für die Erwerbstätigkeit in den eigenen vier Wänden angesehen.

Allerdings ist dieser Trend abhängig von der sozialen Schicht, der Einkommenssituation und ethnischer Zugehörigkeit der Person.

Der bereits erwähnte Trend zur „Multigrafie“ bringt ein geändertes Wohnverhalten mit sich. Die Veränderung der Struktur von Haushalten bedingt durch den dramatischen Rückgang der klassischen Familien- Haushaltsformen und der stetig schrumpfenden Haushaltsgrößen eine Änderung im Wohnungsangebot, dem in Zukunft mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden muss. Die Mehrheit der Haushaltsformen bestehen aus Ein- Personen- Haushalte oder getrennt wohnenden Paaren mit steigender Tendenz. Zeitlich begrenzte Wohnformen von bewusst Alleinlebenden, Alleinerziehern, Patchwork- Familien, Wohngemeinschaften und anderen bilden neue Wohnbedürfnisse und neue Zielgruppen drängen auf den Wohnungsmarkt.

Die Pflege unterschiedlicher Lebensstile und Zugehörigkeit zu kulturellen, altersbezogenen oder ethnischen Communities erhalten einen starken Bedeutungszuwachs.

3.6.7.1 Thesen und Einschätzungen

- Der Trend zu digitalen Lebensstilen erobert den Wohn- Alltag, wobei Telearbeit als Katalysator wirken kann.
- Posttraditionelle Partnerschaften und gewandelte Geschlechterrollen bilden neue Wohn- und Haushaltsformen.
- Durch Telearbeit werden reine „Schlafsiedlungen“ zu feinkörnigen, nutzungsgemischten Quartieren mit Frequenz am Tag. Neben der privaten Wohnung kann auch in Gemeinschaftsbüros gearbeitet werden oder CoWorking im Wohnumfeld stattfinden.
- Verstärkte Aufmerksamkeit gegenüber einer „Work- Life- Balance“ ist bei der Erwerbstätigkeit in den eigenen vier Wänden besonders wichtig.
- Telearbeit erfordert ein erhöhtes Maß an Selbstdisziplin, dass in der Internet-/ Netzgesellschaft ohnehin gefragt ist.
- Erhöhte Zeitsouveränität wird als ein Plus von Telearbeit gesehen, wobei die individuelle Disposition entscheidet, ob der Zeitgewinn durch Wegfallen des Arbeitsweges für Freizeit, Konsum, Erholung oder zusätzliche Erwerbstätigkeit genutzt wird.
- Als wichtig wird die Einhaltung von Erholungsphasen bewertet.
- Durch die Verringerung des Modells der klassischen Familie werden sogenannte „Wahlverwandtschaften“ interessanter.
- Angst vor Veränderung durch Telearbeit muss subjektiv überwunden werden, um das Potential voll auszuschöpfen. Beispielsweise kann eine alleinerziehende Mutter durch flexible Zeitgestaltung besser auf das Betreuungsangebot für ihr Kind reagieren.
- Telearbeit kann als eine weitere von vielen Online- Identitäten des modernen Menschen gesehen werden. Die private Nutzung der IT- Infrastruktur des Unternehmens kann als Motor eigenständig motivierter Weiterbildung verstanden werden.

3.7 Auswirkungen auf den Typus des Bürogebäudes

Um die Telearbeitmodelle umsetzen zu können, benötigt man einen grundlegenden strukturellen Wandel auf Unternehmensebenen. Neue Konzepte sind erforderlich, um Bürogebäude restrukturieren zu können. Neue Typologien müssen entwickelt werden, um einen hohen Grad an Telearbeit erreichen zu können.

Das Bürogebäude wird zum "Central Office", zum Kommunikations- und Meetingzentrum, welches zudem noch versuchen wird, seiner repräsentativen Aufgabe nachzukommen - nicht zuletzt architektonisch. Das bedeutet, dass der traditionelle Bürotypus nicht mehr in Frage kommen kann. Der Allgemeinflächenanteil steht nun nämlich im Mittelpunkt - der Arbeitsflächenanteil wurde größtenteils ausgelagert.

Der Dematerialisierungsprozess, welcher mit der Erhöhung des Grades der Telearbeit einhergeht, manifestiert sich letztlich im neuen Typus, welcher von folgenden Teilbereichen wesentlich getragen werden wird: Neben wenigen Einzelbüros, welche geringfügig bestehen bleiben (genutzt von Fixpersonal oder Personen am oberen Ende der Unternehmenshierarchie bzw. um Rückzugsbereiche für Einzelbesprechungen bzw. konzentriertes Arbeiten zu garantieren), werden Gruppenarbeitsplätze für "desk-sharings" tragend werden. Diesen Bestandteil wird der Großteil der Flächennutzung ausmachen. Hotdesks rücken genauso in den Vordergrund, um temporäres Arbeiten zu ermöglichen. Besprechungsräume und Lounges (Hightech-Kommunikationsräume) werden zum zentralen Bestandteile des neuen Typus genauso wie Think Tanks (abgeschlossene Kojen), ein Hybrid aus Arbeitsraum und Besprechungsraum.

Für jenen Teil der Belegschaft, welche sich nicht im Unternehmen befindet, bieten sich folgende Teleworking-offices an: Satellite-offices, welche in der Nähe des Wohnortes befinden, aus einem Arbeitsplatz besteht (ähnlich wie im Unternehmen selbst) mit dem Unterschied, dass es dem ausgelagert ist, Business centers (telework center) verstanden als temporär mietbare Büroflächen, welche dem Unternehmen zugehörig sind und meist in der Lage dichter Kundenagglomerationen befindlich. Guest offices befinden sich in Gebäuden des Auftraggebers bzw. des Kunden. Instant offices (virtual offices oder non-territorial offices) können generell überall implementiert werden. Verstanden wird darunter ein Raum, der definiert wird über die Präsenz des Teleworkers (Hotelllobbies, Wartehallen, Verkehrsmittel, Restaurants, öffentlicher Raum etc.). Letztlich gibt es noch das Home Office, welches sich implementiert als Raum oder Fläche der Wohnung des Teleworkers.

Das energetische Einsparpotential dieses Abschnittes liegt im Bereich der möglichen Flächen bzw. Raumreduktion eines Unternehmens, wobei zwischen Allgemeinflächen- und Arbeitsplatzflächenanteil auf Gebäudeebene bzw. Landverbrauch auf Stadtebene unterschieden wird.

Der Allgemeinflächenanteil nimmt durch den Wandel in der Typologie selbstverständlich zu, da der Großteil der benötigten Fläche für Kommunikation und Meeting verwendet werden wird. Je nach Gestaltung und Konzeption kann dieser Anteil sogar stark ansteigen, da auch Allgemeinflächen als spontane Arbeitsplätze genutzt werden können.

Der Arbeitsplatzflächenanteil verliert an Bedeutung und wird durch die Flächenreduktion ersichtlich, welche auch durch die Einführung von kompakten Gruppen- bzw. Großraumarbeitsplätzen zusätzlich erhöht wird.

Durch die Volumensreduktion des architektonischen Gebildes reduzieren wir natürlich auch

den ökologischen Fußabdruck, den Landverbrauch.

3.7.1 Auswirkungen auf den Typus des Wohngebäudes

Die aktuellen ökonomischen und gesetzlichen Zwänge im Wohnungsbau verhindern die notwendige Flexibilität hinsichtlich Nutzung und Anpassung. Durch die Vergrößerung der Raumhöhe um nur 20% lässt sich die Flexibilität in der Nutzung verdoppeln, wie Prof. Roger Riewe in seinem Vortrag auf der "EnergyCity"-Konferenz dargestellt hatte. So kann man behaupten: Je größer die Wohnung in ihrer Fläche, desto größer das Potential für die Telearbeit. Erst durch die Größe einer Wohnung kann man unterschiedliche Familienstrukturen, den demographischen Wandel und unterschiedliche Lebensmodelle mit Teleworking in Verbindung bringen. Von ihrer Höhe ist, denken wir an den Lebenszyklus des Gebäude, die Nutzungsoffenheit gegeben, das Volumen umwidmen zu können.

Durch eine Veränderung der Einrichtung erreicht man in der Regel keine Erhöhung der Flexibilität der Flächennutzung der Wohnung. Klapp- und Schiebemöbel als Antwort auf die gegebene Platznot können als gescheitert angesehen werden, da sie dieselbe nicht lösen bzw. keinen vollwertigen Büroarbeitsplatz garantieren, welche für die Telearbeit von Voraussetzung ist.

Stark ins Gewicht fällt jedoch folgendes: Um ein energetisches Einsparpotential eines Telearbeitskonzeptes auszuschöpfen, muss im Bereich des Wohnbaus ein Flächenzuwachs vermieden werden. Das bedeutet, dass der Flächenverlust auf Unternehmensseite ein Flächenverlust bleiben muss und nicht eine Flächenverlagerung von Unternehmen auf Wohnen sein darf.

Business- oder Satellitenoffices, möglicherweise auch als Bestandteil einer Wohnanlage können in Entwürfen integriert und untersucht werden, obwohl wir dann an präzisen Rechenmodellen kontrollieren müssen, ob es sich in Summe dann tatsächlich um eine Flächenreduktion der Arbeitsfläche handelt. Allerdings kann ein zeitlich höherer Auslastungsgrad durch flexiblere Arbeitsformen und durch Nutzung der Räume von Arbeitnehmern unterschiedlicher Unternehmen erzielt werden.

Eine räumliche Annäherung von Wohnen und Arbeiten, die virtuell schon weit fortgeschritten ist, wird eine Schlüsselrolle der zukünftigen Manifestation unserer gebauten Umwelt darstellen. Nutzungsüberlagerungen durch eine optimierte Organisation von Raum und Zeit werden völlig neue Strukturen generieren - sowohl auf Unternehmerebene als auch im Wohnbau.

3.7.2 Auswirkungen auf die Stadtplanung

Städtische Infrastruktur für Verkehr und IT-Systeme spielen auf Grund der Verschiebung des physischen Transports hin zur virtuellen Datenübermittlung eine entscheidende Rolle. Planungsmaßnahmen für eine autogerechte Stadt werden durch den Ausbau des öffentlichen Verkehr auf ein notwendiges Maß reduziert. Weiters können Konzepte zur komfortablen Umsetzung von Telearbeit im ÖVM angedacht werden. Vom Ausbau der informationstechnologischen Infrastruktur hin zu einer optimierten mobilen Verfügbarkeit aller IT-Dienste muss vollzogen werden, wobei dieser teilweise nicht materialisiert erlebbar ist.

Die Frage, wie sich urbane Strukturen verändern bzw. entwickeln, wenn das Auto nicht mehr das vorrangige Transportmittel ist und neue Verkehrssysteme sich durchsetzen, stellt Architekten und Stadtplaner vor völlig neue Aufgaben. Wenn wir die Stadt nicht mehr zweidimensional, sondern dreidimensional denken, sie programmatisch-räumlich verdichten und multifunktionelle Räume implementieren, die Wege zwischen Wohnen und Arbeiten verkürzt bzw. aufgehoben werden, dann stehen wir vor einem wesentlich größeren Potential in der Steigerung der Gesamtenergieeffizienz.

3.7.3 Konsequenzen

Die Analyse der unterschiedlichen Casestudies zur Telearbeit zeigen ein generelles Potential zur Steigerung der Gesamtenergieeffizienz der Gesellschaft durch die konsequente Umsetzung davon.

Massive Reduktion der Büroflächen bewirken einerseits Einsparungen im Bereich der Betriebsenergie für Raumkonditionierung und Beleuchtung und andererseits auf Ebene der Herstellungenergie der gebauten Kubatur und Landverbrauch.

Weiters werden in Abhängigkeit vom Grad der Telearbeit tägliche Pendelfahrten bis zu max. vier Tagen pro Woche eingespart. Gegenteilig entwickelt sich das energetische Verhalten im Wohnbau, da es zu einer Steigerung des Energiebedarfs auf Grund von höherer zeitlicher Auslastung kommen kann. Um eine positive energetische Gesamtbilanz zu erzielen, muss ein Zuwachs der Wohnflächen vermieden werden.

Auf Unternehmensebene betrachtet ist die Energieeffizienzsteigerung, in Abhängigkeit zum jeweiligen Grad der Telearbeit selbstverständlich eklatant höher. Zieht man den steigenden Energiebedarf von Wohnen und IT dazu, setzt es in Relation zu den Erwerbstätigen auf nationaler Ebene, so muss man feststellen, dass die anfangs versprochene Energiereduktion gerade etwas mehr als einen Prozentpunkt ausmachen.

Das Konzept der Telearbeit bietet eine Möglichkeit, die Gesamtenergiebilanz eines Landes zu reduzieren. Setzt man die Problematik der Energieversorgung und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen ins Zentrum der Untersuchung, so muss man festhalten, dass wir das Problem nur durch einen eklatanten Paradigmenwechsel in den Griff bekommen können.

Die Resultate der Analysen der verschiedenen Casestudies beinhalten bei näherer Betrachtungsweise zwei große zentrale Potentiale zur Weiterentwicklung: Räumliche Verdichtung verteilter Programme einerseits und damit eine Reimplementierung lokaler sozialer und ökonomischer Wechselbeziehungen und die Potentiale von multifunktionalen und zeiträumlich verdichteten Räumen. Das bedeutet, dass wir das Konzept der Telearbeit weiterdenken müssen, um noch intensiver die Distanz zwischen Arbeit und Wohnen aufzuheben.

Die Funktionsverteilung zwischen Arbeiten, Wohnen, Gewerbe, Industrie und Freizeit, welche, teils als Dogma, teils als Idee noch immer in heutigen Stadtplanungen auftauchen, muss der Vergangenheit angehören. Wir müssen die "Charta von Athen" für gescheitert ansehen oder zumindest nicht als angemessenes Instrumentarium, um die Stadt der Zukunft zu planen.

Die räumliche Verdichtung urbaner Funktionen und die Implementierung multifunktionaler und zeiträumlicher Architektur sind die zwei wesentlichen Fundamente für eine neue Gebäudetypologie, welche prototypisch die Stadt als Metabolismus definiert und sie in Form eines Hyperbuildings definiert und untersucht.



Abbildung 31: Rendering eines Hyperbuilding-Prototypen

3.8 Hyperbuildings

Ein nüchterner Blick auf die Energiesituation unserer Städte zeigt uns, dass das System Stadt heute nur funktioniert, weil wir genügend billiges Öl zu Verfügung haben. Weiters sind alle Städte in ein weltweites Transportnetzwerk von Gütern und von Lebensmitteln eingebunden, welches sich drastisch auf die globale Energiebilanz auswirkt.

Tausende Kilometer liegen zwischen den Orten, an welchen Lebensmittel angebaut werden und jenen, an welchen sie verarbeitet, verpackt und konsumiert werden. Zu groß sind die Distanzen zwischen unseren Industrieflächen, unseren Arbeitsplätzen und Wohnungen unseren Orten, an welchen wir unsere Freizeit verbringen. Die räumlich-geographische Streuung urbaner Funktionen, ein Plädoyer aus den Dreißigerjahren des vorigen Jahrhunderts muss ad acta gelegt werden.

Das Hyperbuilding-Projekt unseres Instituts verräumlicht den notwendigen Paradigmenwechsel in der Organisation dreidimensionaler Städte. Zwei weitere Fakten tragen zusätzlich dieses Projekt:

- den "Peak-oil", welchen wir bereits hinter uns gelassen haben (Daten von Association for the studies of peak oil and gas, kurz "ASPO")
- das Bevölkerungswachstum.

Deshalb postuliert das Hyperbuilding eine Rezentralisierung von regional verstreuten Funktionen in ein Volumen, welches groß genug ist, um Energie und Lebensmittel zu produzieren in einer Bevölkerungsdichte von Manhattan.

Um diese These zu testen, beziehen wir uns auf Durchschnittsquadratmeterwerte, welche wir teils aus der Datensammlung von Statistik Austria entnommen und teilweise auf unserem Institut erarbeitet haben, insbesondere auch in der Studie zum Teleworking. Die uns zugrunde liegenden Quadratmeter pro Person sind also folgende:

35 m² wohnen, 10 m² arbeiten, 5 m² Industrie, 5 m² andere; 10 m² Parks, 125 m² Vertical Farming, 245 m² Biomasse-Produktion, (+zusätzlich 144 m² für Konstruktion, verticaler und horizontaler Erschließung und Haustechnik). Nutzfläche/Person: 435 m².

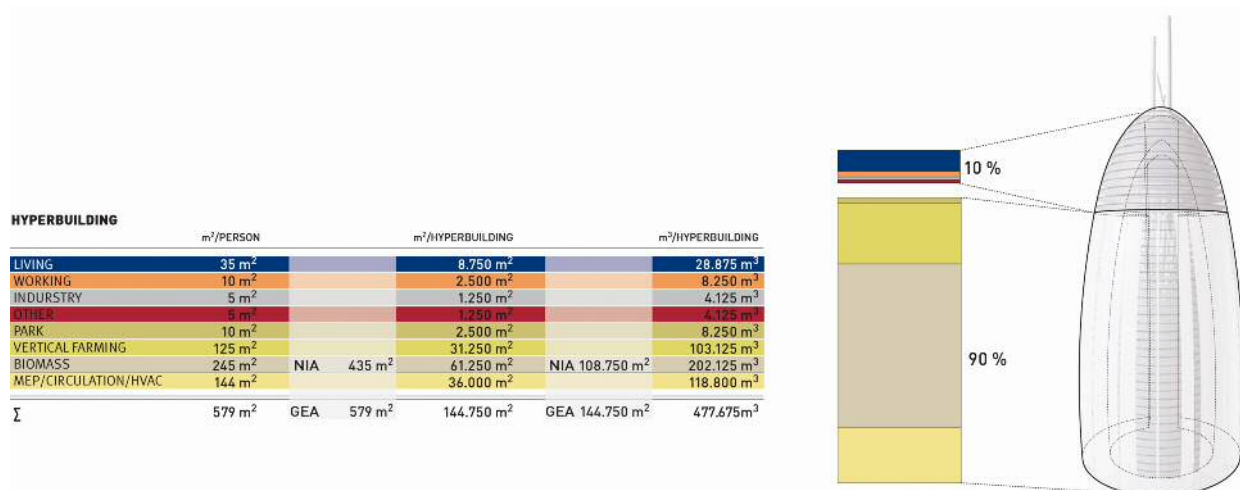


Abbildung 32: Darstellung der Flächen und Volumen pro Person für das Hyperbuilding

Der Prototyp des Hyperbuildings steht auf einem quadratischen Grundstück mit einer Seitenlänge von 100m, der Durchmesser des Gebäudes beträgt 75 m, seine Höhe 150m. Das resultierende Volumen kann 250 Personen (=250 Personen/ha = Dichte von Manhattan) mit Energie und Lebensmittel versorgen.

Das würde nun bedeuten, dass auf jeder Ebene ca. 6 Personen leben würden. Aus diesem Grunde wurde das Programm in zwei Teile gruppiert: Das grüne Rückgrat, welches Lebensmittel und Biomasse produziert und das Volumen für Wohnen, Arbeiten, Kultur, öffentliche Räume etc. Diesen super-dichten Programmix nennen wir "Skyvillage".

Die vertikale Erschließung des Systems ist an der Nordfassade und im Zentrum des Gebäudes platziert. Der Nordkern reduziert die Fassade zum Norden hin und fasst die Personenlifte und Fluchttreppenhäuser zusammen. Der im Zentrum befindliche Kern organisiert hauptsächlich den Güter- und Frachttransport der Vertikalen-Farm-Produkte und der Biomasse.

Das Volumen zwischen den Kernen wird mit Haustechnik, Lager und Verarbeitung der Lebensmittel gefüllt.

Das 3D-Modell in der Mitte des Gebäudes (12 m von der Aussenfassade versetzt) entspricht dem notwendigen Volumen für die Vertikale Farm. Diese ist um die Haustechnik, zentralen Kern positioniert. Um die Kapazität für direkte Einstrahlung von Sonnenlicht zu erhöhen, wird die Biomasse im Mantel des Hyperbuildings nicht horizontal, sondern vertikal verteilt. Diese hängenden Ebenen öffnen sich zum täglichen Sonnenpfad.

Zusammenfassend:

Der Prototyp des Hyperbuildings steht auf einem Bauplatz von 100 m Seitenlänge, ist 75 m im Durchmesser und 150 m hoch. Das Volumen entspricht der notwendigen Quadratmeterorganisation, um 250 Personen mit Energie und Lebensmittel zu versorgen, ihnen Flächen für Wohnen, Arbeiten, Industrie, Parks etc. zu Verfügung zu stellen.

Das Hyperbuilding als prototypischer Solitär funktioniert nun. Es stellt sich jedoch die Frage, welches geeignete Parameter sind, um eine Multiplikation zu rechtfertigen. Welche Programmdifferenzierungen sind notwendig, um Hyperbuildings untereinander unterscheidbar zu machen? Was macht ein Hyperbuilding einzigartig in einer urbanen Hyperstruktur? Von welchen Potenzialen eröffnen sich in der Entwicklung individueller Räume innerhalb der Hyperbuildings. Wo bestehen Potenziale von für "Räume der Dunkelheit", "Räume des Chaos", welche das Leben in jeder Stadt erst interessant machen - und vor allem: Welche Parameter machen ein Hyperbuilding stark genug, um sie zu einem dreidimensionalen Stadtgefüge zusammen wachsen zu lassen.

Das Hyperbuilding garantiert die Kontinuität der 0-Ebene, dem öffentlichen Raum. In einer Art und Weise absorbiert es sie, öffnet einen Raum für eine Übersicht über die Produktionseinheit (Biomasse und Vertikaler Farm). Die Positionierung von zusätzlichen Programmen wie öffentlichen Räumen, kulturellen Einrichtungen, Markt- und Handelsplätze im engeren und weiteren Sinn werden verteilt in der z-Achse und starten auf willkürlicher Art und Weise den Prozess der Individualisierung. Öffentliche Räume werden verknüpft mit Marktplätzen, auf welchen die Ernte der Vertikalen Farm verkauft werden. Diese vertikal verstreuten Räume werden zusammengefasst mit vertikalen und horizontalen Parks.

Spezifische Blickachsen und Blickbeziehungen optimieren die Platzierungen von "Skyparks" und "Skygardens".

Bis zu diesem Entwicklungsschritt ist das Hyperbuilding eine Stadt in einem Gebäudesolitär. Es ist noch entkoppelt zu jedem anderen Hyperbuilding. In der Multiplikation liegen die Potentiale der Differenzierungen im Festlegen von programmatischen Prioritäten der verschiedenen Hyperbuildings. Die Flexibilität des Hyperbuildings besteht in der Verkörperung und Distribution spezieller Programmprioritäten wie Krankenhäuser, Recycling-Industrien, Animal farming...

Das führt zu einer Differenzierung in der Positionierung der Skyvillages, der Verteilung von öffentlichen Räumen etc. und kreiert spezifische Attraktoren zwischen den Hyperbuildings.

Boulevards, Einkaufsräume, horizontale Parks, Freizeiteinrichtungen mit unterschiedlicher sozialer Konnotation können zu dreidimensionalen Verknüpfungen zwischen den Hyperbuildings ausgebaut werden. Aus dieser räumlichen Verknüpfung ergibt sich dann sukzessive der dreidimensionale Citycluster.

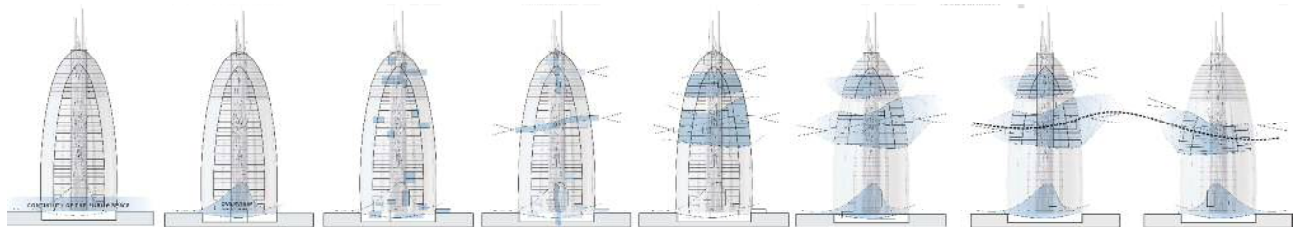


Abbildung 33: Diagrammatische Darstellung der räumlichen Distribution des Hyperbuildings

Programmdichte, Verteilung unterschiedlicher Programme in nächster Nähe, Nachbarschaft von Lebensmittelproduktion und Konsum, Leben und Arbeiten, Energieverbrauch und Energieproduktion - das sind die archetypischen Eigenschaften des Hyperbuildings.

Die in heutigen Städten auftretende Diskrepanz zwischen der zugeschriebenen Nutzung von Büroflächen und deren tatsächlichen Auslastung ist ein wesentlicher Faktor für die Definition der Hyperbuilding- Typologie. Um die Definition quantitativ beurteilen zu können wurde die neue Einheit „Kubikmeter-Stunden“ eingeführt. Sie gibt in einfacher Form Aufschluss darüber, zu welchem Anteil ein Raum tatsächlich in seiner zugeschriebenen Nutzung verwendet wird. Gleichzeitig stellt sie ein Maß für die Quantifizierbarkeit von „Leerstand“ bereit.

Aus diesen Überlegungen resultierend entstand das Raumkonzept für die Skyvillage - Einheit. Ein wesentlicher Bestandteil des Raumes innerhalb des Skyvillage sind sogenannte „shared spaces“, die von einem oder mehreren Nutzern für einen bestimmten Zeitraum in Anspruch genommen werden können. Durch dieses Nutzungskonzept lässt sich die Auslastung der Räume bis zu einer maximalen Rund-um-die-Uhr Auslastung steigern.

Auch in Bezug auf das quantitative Raumangebot, sprich die Raumgröße, für eine bestimmte Tätigkeit ist das Hyperbuilding flexibel. Durch den Zusammenschluss bzw. die Abtrennung von benachbarten Räumen kann die zur Nutzung verfügbare Größe einer Einheit an die Anforderung der Nutzer angepasst werden. Dieses System ermöglicht es auf sich die sich wandelnden und kaum vorhersagbaren Veränderungen der Arbeitswelt in angemessener Weise zu reagieren.

In ähnlicher Weise wie die Arbeitswelt betreffend reagiert das Nutzungskonzept des Hyperbuildings auch im Bereich des Wohnens auf sich immer schneller verändernde gesellschaftliche Anforderungen. Generell ist, laut anerkannter soziologischer Studien, eine immer durchlässiger werdende Grenzsicht der Lebensbereiche Wohnen, Arbeiten und Freizeit zu beobachten. Dieser Verschmelzungstendenz der Lebensbereiche möchte die Hyperbuilding- Typologie Rechnung tragen und als Chance für eine energieeffizientere Zukunft ergreifen.

Für die verschiedenen Lebensphasen benötigte Räume sind unterschiedlich in Menge und Nutzungsanforderungen. Das Hyperbuilding kann durch sein adaptierbares Konzept in angemessener Weise darauf reagieren und somit auch für den Wohnbereich eine Erhöhung der Auslastung von Räumen erreichen.

In diesem Punkt entstehen Grenzsituationen an denen Wohnen und Arbeiten nicht mehr klar getrennt werden können. Beispielsweise kann in einem an den Wohnraum anschließenden Arbeitsraum jahrzehntelang gearbeitet werden. Nach Beendigung der Erwerbstätigkeit könnte ein Verlangen nach Verringerung des Raumangebots bestehen, um damit unter anderem die mit dem Mehr an Raum verbundenen Betriebs- und Instandhaltungsausgaben zu senken. Dieser Umstand könnte auch schon früher aus einer familiären Situation heraus erwachsen. Wenn beispielsweise Kinder aus dem gemeinsamen Haushalt ausziehen und ihr eigenen Wohnraum beziehen.

Ein hoher Anteil am Verkehrsaufkommen heutiger Städte besteht im Freizeitverkehr. Das lässt sich unter anderem auf das geringe Grünraumangebot in den zentralen Stadtbereichen zurückführen. Ein großer Flächenanteil im Raumkonzept des Hyperbuildings ist den Grün- und Freiräumen gewidmet. Es besteht Potential, dass ein großes Angebot an fußläufig erreichbarem Grünraum die Notwendigkeit verringert sich stundenlang durch Verkehrsstaus zu quälen, um in mit Gleichgesinnten überfüllte Naherholungsgebiete am Stadtrand zu erreichen. Einer Verringerung dieses Verkehrsaufkommens würde die gesamte Stadt im Hinblick auf Luftverschmutzung, Lärmbelästigung, Verkehrsunfällen, etc. entlasten.

Kulturelle Einrichtungen, wie Kinos, Theater, Konzerthallen, Oper, Sporthallen, etc. befinden sich ebenfalls entweder in derselben Hyperbuilding-Einheit oder in unmittelbarer Nähe in einer benachbarten Einheit.



Abbildung 34: Visualisierung des Innenraumes des Skyvillages im Hyperbuilding

Das Hyperbuilding als These stellt eine Möglichkeit dar, wie man dreidimensionale Städte denken kann. Es stellt ebenfalls dar, dass der Paradigmenwechsel in Programmverteilung, Energieverbrauch, effiziente Nutzung mono- und multifunktionaler Räume notwendig ist. Es veranschaulicht gleichzeitig die Schwäche moderner Städte und die Konsequenzen der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Wenn wir den Paradigmenwechsel wagen, können wir energieautarke Gebäude entwickeln, energieautarke Stadtteile, ja sogar energieautarke Städte.

3.9 Konferenzbericht

Integration der Ergebnisse des Forschungsprojektes zur Telearbeit in die Konferenz “Energycity”

Die “Energycity”-Konferenz wurde initiiert von Prof. Brian Cody unter Mitarbeit des Institutes für Gebäude und Energie an der Technischen Universität Graz mit Unterstützung von FFG und dem KlimaEnergieFonds.

Sie wurde am 10. Juni 2011 im HS2 der TU Graz abgehalten. Zentraler Focus der Konferenz war der Nucleus des Forschungsprojektes zur Telearbeit: Möglichkeiten der Steigerung der Gesamtenergieeffizienz von Städten. Um ein möglichst holistisches Bild der Problematik und dessen Lösungen kreieren zu können, wurden Vortragende mit unterschiedlichen Themenschwerpunkten zu einem Vortrag eingeladen.

Zu den Gästen gehörten (in Reihenfolge der Vorträge):

Kaas Oosterhuis, Professor an der TU in Delft, welcher in seinem interaktiven Vortrag über real-time-Verhalten von Gebäuden bis hin zu “file-to-factory”-Produktion und parametrischem Design einen Bogen spannte,

Alejandro Gutierrez, Mailand, Partner von ARUP mit seinem Vortrag über nachhaltige Masterpläne, “low2no”-Projekt für Helsinki und schließlich den Masterplan für “Manifattura Domani”.

Roger Riewe, Vorstand des Instituts für Architekturtechnologie an der TU Graz, welcher das Potential flexibler Grundrisstypologien zur Gesamtenergieeffizienz darstellte bzw. Möglichkeiten zur Nutzungsvervariabilität erörterte: “Flexible Adaptable Space” als Kernpunkt seines Vortrages.

Klaus Bollinger, Professor für Tragwerksplanung an der Universität für Angewandte Kunst, Wien präsentierte Tragwerke, welche zur Steigerung der Energieeffizienz insofern beitrugen, als dass sie so konzipiert waren, um die Haltwerkszeit des Gebäudes zu erhöhen bzw. nachträgliche Adaptierungen von Haustechnik und anderen Komponenten ohne große bauliche Eingriffe erleichterten.

Zentraler Bestandteil der Konferenz war die Präsentation der Forschungsergebnisse über die Telearbeit, eingeleitet durch Prof. Brian Cody.

In seinem Vortrag wurde die derzeitige globale Energiesituation dargestellt und die relevanten Parameter und Komponenten zwischen Energieverbrauch und Energieproduktion dargestellt. Ebenso wurde der Anteil der Gebäude am Energieverbrauch verdeutlicht und die daraus resultierenden Potentiale zum Beitrag an der Reduktion des Energieverbrauchs. Nach wesentlichen Begriffsbestimmungen im Diskurs des Energiekontexts wurden Energy-Design-Konzepte anhand von realisierten Gebäuden dargestellt bzw. von gewonnenen Architekturwettbewerben in Zusammenarbeit mit unterschiedlichen internationalen Architekturbüros. Abschließend wurde zum Hyperbuilding vorgegriffen, anhand dessen die Potentiale eines (notwendigen) Paradigmenwechsels ablesbar sind.

Darauf folgte der Kernvortrag der Untersuchungen zur Telearbeit:

Vortragende hierzu waren (in Reihenfolge deren Auftritts):

Eduard Petriu,
Wolfgang Löschnig,
Andreas Ampenberger,
Bernhard Sommer und
Daniel Podmirseg.

Inhaltlich folgte der Vortrag dem Aufbau des Berichtes. Nach Einführung in die Methodologie der Untersuchung, wurden in detaillierter Weise die Case Studies vorgestellt und miteinander verglichen. Darauf folgten die Erörterung der Modellparameter und die Auswirkungen (bezogen auf Energiekennwerte, IT und Verkehr) auf die einzelnen Gebäude sowie die Auswirkungen auf das Design. Die Auswirkungen auf IT wurden von Volker Buscher, London erarbeitet und vorgetragen durch Kin Puan Wong, seiner Vertretung. Prof. Martin Fellendorf, Dekan der Fakultät für Tragwerksplanung und Direktor des Institutes für Straßen- und Verkehrswesen, präsentierte die Auswirkungen auf den Verkehr. Die Auswirkungen der Telearbeit auf das soziale Gefüge wurde von Prof. Raimund Guttmann erarbeitet und von Eduard Petriu stellvertretend vorgetragen.

Die Resultate und die Auswirkungen auf gesamte Stadtgefüge und die Überleitung auf die Gesamtenergiebilanz des Landes Österreichs veranschaulichte die Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels in Stadtplanung und Stadtkonzeption, dem durch die Vorträge des am Institut für Gebäude und Energie der TU Graz erarbeiteten neuen Typus des "Hyperbuilding" Rechnung getragen wird. Dieser teilte sich in den generischen Teil, vorgetragen durch Bernhard Sommer, welcher seinen Fokus auf mögliche Design-Strategien für die Entwicklung von Hyperbuildings lenkte. Architektonische / urbanistische Entwicklungspotentiale anhand eines spezifisch entwickelten Prototyps zur reimplementierung lokaler sozialer und ökonomischer Wechselbeziehungen wurden im zweiten Teil des Hyperbuilding-Konzeptes von Daniel Podmirseg präsentiert.

Nach einer kurzen Podiumsdiskussion, an welchen Prof. Brian Cody, Prof. Kaas Oosterhuis, Alejandro Gutierrez, Prof. Roger Riewe und Prof. Klaus Bollinger teil nahmen, wurde der "EnergyCityAward 2011" an die drei besten Hyperbuildings-Studentenprojekte der TU Graz und der Universität für Angewante Kunst, Wien übergeben. Die drei Preise gingen allesamt an Studenten der Universität für Angewandte Kunst, betreut von Prof. Brian Cody und Bernhard Sommer.

Die Konferenz wurde durch Prof. Brian Cody abgeschlossen.

4 Ausblick und Empfehlungen

Die Frage der Umsetzung verschiedener Szenarien der Telearbeit in den nächsten Jahren wird sich zunehmend stellen und es ist daher von essentieller Bedeutung zu wissen, welche Konsequenzen eine solche Entwicklung auf die Energieeffizienz der Gesellschaft haben wird. Ein nüchterner Blick auf die Energiesituation unserer Städte zeigt uns, dass in Bezug auf das System Stadt ein radikales Umdenken stattfinden muss. Die im vorliegenden Projekt dargestellte neue Stadttypologie, Hyperbuilding, beantwortet diese Frage mit einer Re-Zentralisierung von regional verstreuten funktionalen Einheiten zu einem Gesamtvolumen, welches genügend Fläche beziehungsweise Raum zur Verfügung stellt, um die notwendige Energie und Lebensmittelproduktion für eine Bevölkerungsdichte von circa 250 Personen pro Hektar zu gewährleisten.

Mit den gewonnen Erkenntnissen aus dem Forschungsprojekt zur Telearbeit wird sich das Projektteam am Institut für Gebäude und Energie auf zwei wesentliche Positionen konzentrieren, welche auf architektonischer Ebene und als Beitrag für die Gesamtenergieeffizienz von großer Bedeutung sein werden: Zum Einen geht es um die Entwicklung der neuen Bürotypologie, welche sich in der Studie als Flächenmodell wieder findet, und zwar bei dem maximalen Grad an Telearbeit (80% bezogen auf Unternehmensebene). Die daraus resultierende Mutation des Bürogebäudes zu einem "Central Office", welches als räumlich-physikalischer Bezugsort für ein räumlich verstreutes Unternehmen definiert werden kann, gilt es seine räumlichen Qualitäten zu untersuchen. Die multifunktionalen Potentiale der Räume und Räumlichkeiten sind zu erarbeiten, zu implementieren und zu untersuchen. Ähnlich relevant, wenn nicht stringenter im Diskurs, ist die Notwendigkeit die zeitlich-räumliche Dichte ernst zu nehmen und auf ihr Umsetzungspotential zu untersuchen. Der Faktor der Kubikmeterstunden (m³h) kann ein wesentlicher Bestandteil der neuen Bürotypologie sein.

Auf makroökonomischer Seite bzw. auf urbaner Ebene haben uns die Resultate der Untersuchung der Effekte des Telearbeitens gezeigt, dass es zwar ein Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz darstellt, jedoch einen notwendigen Paradigmenwechsel nicht abwenden kann. Diesen visualisieren wir anhand eines neuen Typus, den wir "Hyperbuilding" nennen, einem dreidimensionalen Stadtcluster, welcher in seiner programmatischen Dichte die lokalen sozialen und ökonomischen Wechselbeziehungen wieder herstellt, untersucht, entwickelt und verräumlicht. Dieses Hyperbuilding wird in Form von programmspezifischem Entwerfen, Projektübungen und anderen Vorlesungsübungen von Studenten weiterentwickelt bzw. von einer Dissertation ergänzt.

5. Literaturverzeichnis

- [1] Statistik Austria, Statistisches Jahrbuch Österreichs 2011, Wohnungswesen, Wien 2010
- [2] Statistik Austria, Österreichs Städte in Zahlen, Wien 2010
- [3] Statistik Austria, Gebäude- und Wohnungszählung, Hauptergebnisse Österreich, Wien, 2004, www-Dokument www.statistik.at download am 05.08.2010
- [4] Statistik Austria, Statistisches Jahrbuch Österreichs 2011, Energieflussbild Österreich 2008, Wien 2010
- [5] Denzinger, S.: „Auswirkungen alternierender Telearbeit auf das Verkehrsverhalten“, Institut für Straßen- und Verkehrswesen der Universität Stuttgart, Stuttgart, 2001
- [6] Glaser W. R., Vogt W.: „Mehrt oder mindert Telearbeit den Verkehr?“, Institut für Straßen- und Verkehrswesen der Universität Stuttgart, Stuttgart, 1999
- [7] Hasan A., Cole R.: “Energy and Environmental Benefits of Alternative Work Arrangements”, School of Architecture, University of British Columbia, Vancouver, 2002
- [8] Heinonen S., Kuosa T.: “Ecological realities of telework in four different futures: living, working and travelling in new knowledge-intensive communities”, Progress in Industrial Ecology, Heft 3/4, 2005
- [9] Kitou E., Horvath A.: “Energy-Related Emissions from Telework”, Environmental Science and Technology, NO 16, 2003
- [10] Kitou E., Masanet E., Horvath A.: “Web-based tool for estimating the environmental impacts of telework”, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Berkeley, 2001
- [11] Kitou E., Horvath A.: “Transport Choices and Air Pollution Effects of Telework”, Journal of Infrastructure Systems, Juni 2006
- [12] Matthews H. S., Williams E.: “Telework Adoption and Energy Use in Building and Transport Sectors in the United States and Japan”, Journal Of Infrastructure Systems, März 2005
- [13] Williams E. D.: “Assessing the potential of telecommuting as an energy savings technology in Japan”, United Nations University Tokyo, Tokyo, 2003
- [14] Home-Office Life and Its Discontents, New York Times, 03. Jänner 2008

6. Anhang

ANHANG A Vorstudien

ANHANG B Detailstudien

ANHANG C Referenzstudien

ANHANG D Flächenkennwerte Wohnbau

ANHANG E Energiebedarf Gebäude

ANHANG F Unternehmenskontakte

ANHANG G Kaleidoscopic City

ANHANG H Steigerungspotentiale

ANHANG Extern A Soziologie

ANHANG Extern B Verkehr

ANHANG Extern C IT