

Ökoeffizienz-Analyse

Neuanschaffung oder Weiternutzung
eines Kühlschranks



Auftraggeber: Dr. Reinhard Loske MdB
Bundestagsfraktion Bündnis 90 / Die Grünen

Projektdurchführung: Dr. Brigitte Dittrich-Krämer, Dr. Andreas Kicherer,
BASF Aktiengesellschaft

Projektbegleitung: Dr. Christa Liedtke, Michael Ritthoff,
Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie



Inhalt	Seite
Einleitung	3
Zusammenfassung	5
Kommentar zur Ökoeffizienz-Analyse der BASF aus bündnisgrüner Sicht	6
Komentargutachten des Wuppertal-Institutes	8
Prinzipielle Vorgehensweise	11
Definition des Kundennutzen	12
Systemgrenzen	14
Eingangsdaten	16
Ergebnisse	21
Ökoeffizienz-Portfolio	22
Diskussion der Ergebnisse	25
Kosten für 5jährige Nutzung	26
Ökologischer Fingerabdruck	28
Sensitivitätsbetrachtungen	43
Volkswirtschaftliche Betrachtungen	51
Anhang	52



Einleitung

- Produkte werden in der Regel bis zum Ende ihrer Lebensdauer benutzt. Es kann jedoch sinnvoll sein ein Produkt früher durch eine effizientere Alternative zu ersetzen. Dies ist dann der Fall, wenn der Effizienzgewinn über die Lebensdauer die Aufwendungen zur Herstellung und Entsorgung des Alternativmodells überkompensiert.
- Bei der Methodik der Ökoeffizienz-Analyse der BASF werden die ökologischen und ökonomischen Aspekte gleichrangig berücksichtigt. Grundlage ist die Beurteilung des Umweltverhaltens, der Umweltbeanspruchung, möglicher Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Ökosysteme sowie der Kosten von Produkten und Verfahren von der Wiege bis zur Bahre. Betrachtet wird also der gesamte Lebensweg.
- Im Mittelpunkt der Ökoeffizienz-Analyse steht stets der konkrete Kundennutzen und damit die Sicht des Endverbrauchers.
- An Beispiel eines Kühlschranks (Standardmodell mit 143 l Kühlkapazität) wird dem Problem nachgegangen, wann eine Weiternutzung oder Neuanschaffung eines Kühlschranks aus Sicht der Ökoeffizienz sinnvoll ist.



- Konkret geht es um die Frage ob die weitere Nutzung eines 10 Jahre alten Kühlschranks oder die Neuanschaffung eines Kühlschranks sinnvoller ist.
- Bei der Neuanschaffung werden je ein Gerät der Energieeffizienzklassen A und B betrachtet.
- Kühlschränke sind mit einem Energielabel gekennzeichnet, das Angaben über den Energieverbrauch enthält und die Geräte in Gruppen von A bis G klassifiziert, wobei die mit A gekennzeichneten Geräte die energiesparendsten sind. Bei Kühlschränken gehören die meisten der im Handel erhältlichen Geräte zu den Energieeffizienzklassen A und B.
- Bei dem vorhandenen Kühlschrank werden 2 Alternativen mit unterschiedlichem Stromverbrauch (260 und 330 kWh/a) betrachtet.

Auftraggeber der Studie ist Dr. Reinhard Loske, Fraktion Bündnis 90/ Die Grünen im Deutschen Bundestag. Die BASF hat die Studie auf ihre Kosten mit ihren Mitarbeitern durchgeführt. Das Wuppertal Institut hat die Erarbeitung der Studie begleitet und die fachlich einwandfreie Überarbeitung kontrolliert. Dafür hat es von der BASF ein Honorar erhalten.



Zusammenfassung Ergebnisse

- Aus Sicht der Ökoeffizienz ist es zu empfehlen einen alten Kühlschrank mit hohem Stromverbrauch (330 KWh/Jahr) durch einen neuen der Energieeffizienzklasse A zu ersetzen.
- Die Weiternutzung eines alten Kühlschrank mit geringerem Energieverbrauch (260 KWh/Jahr) ist mit der Neuanschaffung vergleichbar ökoeffizient. Bei Nachteilen in der Umweltbelastung ergeben sich Vorteile bei den Kosten.
- Wesentlicher Einflussfaktor der Umweltbelastung ist der Stromverbrauch während der Nutzung. Die Herstellungsphase ist von geringerer Bedeutung und die Entsorgung spielt eine untergeordnete Rolle.
- Wesentliche Einflussfaktoren bei den Kosten sind die Strompreise, die Anschaffungskosten des neuen Kühlschranks und der Restwert des neuen Kühlschranks.



Kommentar zur Ökoeffizienz-Analyse der BASF aus bündnisgrüner Sicht

Dr. Reinhard Loske
Fraktion Bündnis 90/ Die Grünen
Umweltpolitischer Sprecher
08.02.2002

- Jede Strategie zur Umweltentlastung muss zum Ziel haben, den Ressourcenverbrauch für Produkte und Dienstleistungen zu reduzieren. Mit Hilfe einer Ökoeffizienz-Analyse können Verfahren oder Produkte effizienter gestaltet werden – kostengünstiger und weniger umweltbelastend. Das Prinzip der Ökoeffizienz zeigt, dass betriebswirtschaftlicher Gewinn und Umweltschutz kein Widerspruch, sondern häufig zwei Seiten ein und derselben Medaille sind.
- Leider steckt das Instrument der Ökoeffizienz-Analyse in Deutschland – was zumindest die Anwendung in der Praxis angeht – noch in den Kinderschuhen. Schon allein deshalb stand für mich a ußer Frage, das Projekt mit der BASF und dem Wuppertaler Institut zusammen durchzuführen. Geht man der Frage nach, welchen Beitrag ein solches Instrument für den ökologischen Strukturwandel leisten kann, landet man ganz automatisch bei der konkreten Ausgestaltung des Instruments.
- Wir haben deshalb angeregt, eine entsprechende Studie im Bereich der langlebigen Konsumgüter durchzuführen. Die Untersuchung der Frage, ab wann es sich für den Verbraucher lohnt, den alten Kühlschrank durch einen neuen zu ersetzen, hat sich aus verschiedenen Gründen angeboten: Erstens hat das Thema eine hohe Umweltrelevanz und stellt damit ebenso hohe Anforderungen an das verwendete Analyse-Modell. Zweitens ist die Fragestellung sehr anschaulich, die Ergebnisse können ggf. sogar in Empfehlungen an VerbraucherInnen münden.



- Die Ökoeffizienzanalyse hat folgende Ergebnisse erbracht:
 - mit geringen Mehrkosten kann durch den Kauf eines neuen energieeffizienten Kühlschranks eine hohe Umweltentlastung erzielt werden
 - höhere Kosten zum Kauf des energieeffizientesten Kühlschranks gegenüber einem weniger effizienten am Markt angebotenen amortisieren sich über geringere Stromkosten im Laufe von 5 Jahren fast vollständig,
 - erhöhen sich die Strompreise um 3 Eurocent pro Kilowattstunde, so ergeben sich bei Anschaffung des teureren, aber energiesparenden Kühlschranks auch Einsparungen,
 - durch die vollständige Erneuerung der in Deutschland arbeitenden veralteten Kühlschränke könnten erhebliche Umweltentlastungen realisiert werden.
- Verallgemeinert man die Ergebnisse der Untersuchung auf eine standardisierte Anwendung einer Ökoeffizienz-Analyse, können mit geringem Aufwand Antworten auf Fragen von VerbraucherInnen gegeben werden:
 - welche Produkte am wenigsten ökologisch belastend sind (Produktion, Nutzung, Recycling und Entsorgung),
 - wie sie bei konstanten Kosten die Umwelt entlasten können und
 - wie sie mit ihren Kaufentscheidungen die Umwelt entlasten können.
- Die Ökoeffizienz-Analyse ist daher grundsätzlich geeignet, die Informationen für Verbraucherinnen und Verbraucher über sinnvolle Kaufentscheidungen deutlich zu verbessern. Damit kann ihre vermehrte Anwendung einen Beitrag zum ökologischen Strukturwandel leisten. Aus Sicht der Politik ist überlegenswert wie dieses Instrument eine breitere Anwendung finden kann.
- Die Grundaussage der Untersuchung – Effizienzsteigerungen im Sinne technologischer Neuerungen haben positive Umwelteffekte – darf jedoch nicht zu einer einseitigen Effizienzfixierung führen. So wichtig Effizienzsteigerungen auch in Zukunft zur Lösung regionaler und globaler Umweltprobleme sein werden: Klar ist aus Sicht der Umweltpolitik, dass die ökologischen Herausforderungen auf unserem Planeten sich nicht allein mit immer besserer Technik lösen lassen werden. Dies ist der erste Schritt, dem aber weitere folgen werden müssen.



Kommentargutachten des Wuppertal Institutes

Kritische Prüfung der Ökoeffizienz-Analyse „Neuanschaffung oder Weiternutzung eines Kühlschranks“

im Auftrag der BASF AG - Sustainability Center

Abschlußbericht Januar 2002

Autoren: Michael Ritthoff

Dr. Christa Liedke

Wissenschaftszentrum
Nordrhein-Westfalen

Institut Arbeit
und Technik



Kulturwissenschaftliches
Institut

Wuppertal Institut für
Klima, Umwelt, Energie
GmbH

Zusammenfassung

Gegenstand der “kritischen Prüfung” seitens des Wuppertal Instituts ist die Ökoeffizienzanalyse “Neuanschaffung oder Weiternutzung eines Kühlschranks” der BASF. Bei der Ökoeffizienzanalyse handelt es sich nicht um eine normkonforme Ökobilanz nach ISO 14040. Dies eröffnet aus Sicht des Wuppertal Instituts neue Möglichkeiten zu weitergehenden Analysen, insbesondere aber auch zur verständlichen Darstellung der Ergebnisse. Neben den Aspekten einer kritischen Prüfung nach ISO 14040 wird dabei der Frage nachgegangen, ob die Ökoeffizienz-Analyse ein geeignetes Instrument ist, derartige Fragestellungen zu beantworten.

Ökoeffizienzanalyse “Neuanschaffung oder Weiternutzung eines Kühlschranks”

Bei der vorliegenden Ökoeffizienz-Analyse werden die Systemgrenzen, Annahmen und Abschätzungen plausibel und zielführend definiert. Die Datenqualität ist in Hinblick auf das formulierte Ziel insgesamt gut und angemessen. Die vereinzelt verwendeten älteren Daten haben nach Meinung des Wuppertal Instituts keinen relevanten Einfluß auf das Ergebnis.



Bei den wesentlichen Einflußfaktoren werden Sensitivitätsbetrachtungen vorgenommen. Hierbei wird die Bedeutung der Einflußfaktoren auf das Ergebnis herausgestellt, Grenzen der Gültigkeit des Ergebnisses werden erkennbar.

Anwendbarkeit

Die Ökoeffizienz-Analyse ist grundsätzlich geeignet, die Anwendungsfälle von Ökobilanzen abzudecken, zumal die Sachbilanz in gleicher Komplexität durchgeführt wird.

Bei Anwendung in neuen, noch nicht marktgängigen Produkt- und Technologiebereichen sind in Hinblick auf die zu wählenden Indikatoren und die Aussagekraft der Ergebnisse noch die notwendige Erfahrung und die wissenschaftliche Fundierung nötig. Die Aussagekraft erster Analysen in diesen neuen Bereichen sollte kritisch durchleuchtet, das Verfahren hierzu beschrieben sowie mit Experten abgeglichen und institutionalisiert werden.

Für eine Anwendung und Nachvollziehbarkeit außerhalb der BASF wäre eine Methodenbeschreibung mit eindeutig und nachvollziehbar definierten Berechnungs- und Bewertungskonventionen sowie die Integration in eine etablierte Analyse-Software sinnvoll.

Eine Anwendung in kleinen und mittelständischen Unternehmen ist wegen der Komplexität der zugrundeliegenden Sachbilanz kaum möglich. Hier könnte eine zentrale "Datenstelle" (ähnlich den statistischen Ämtern) Standarddaten für Werkstoffe und Produkte zur Verfügung stellen und so den Aufwand einer ökologischen und ökonomischen Bewertung mit nachfolgender Optimierung senken. Die BASF-Methodik zeigt, dass dies möglich ist .

Aussagekraft

Die Ökoeffizienz-Analyse ist zur Bewertung eingeführter Produkte und daraus weiterentwickelter Produktlösungen geeignet. Das heißt, sie kann bestimmen, welche der betrachteten Lösungsalternativen ökoeffizienter als die andere ist. Die Suche nach der insgesamt besten Lösung wird nicht gezielt unterstützt. Dies ist kein "exklusiver Mangel" der Ökoeffizienz-Analyse sondern vielmehr eine grundsätzliche Eigenart solcher Betrachtungen: Generell kann mit noch so detaillierter Analyse der heute bekannten Mittel das Finden der besten Lösung noch nicht sichergestellt werden.

Die große Anzahl der in der Ökoeffizienz-Analyse angewendeter Indikatoren ermöglicht grundsätzlich relativ sichere Aussagen. Es ist wünschenswert, dass der Prozess der Ermittlung von Gewichtungsfaktoren transparent definiert,



durchgeführt und dokumentiert wird. Die Indikatoren selbst sollten konsequent den einzelnen Aspekten der Nachhaltigkeit zugeordnet werden. Eine Vermischung ökologischer und ökonomischer Bewertungen scheint nicht zielführend. Es scheint auch notwendig, neben den Kosten andere ökonomische Kriterien aufzunehmen. Die angestrebte Integration sozialer Indikatoren kann ein wichtiger Schritt zur umfassenden Betrachtung der Nachhaltigkeit sein und wird ausdrücklich begrüßt. Für diesen Schritt müssten die relevanten Stakeholder-Gruppen identifiziert und mittels eines transparenten Dialogs in die Indikatorenentwicklung und –bewertung einbezogen werden.

Vermittelbarkeit

Die Ökoeffizienz-Analyse wurde gezielt entwickelt, um Produkte zu bewerten. Die gewählte Darstellungsform der Ergebnisse soll Entscheider in der Wirtschaft rasch in einer ihnen zugänglichen Form informieren. Daher ist die gewählte Berichtsform nicht im gleichen Maße für andere Zielgruppen geeignet. Die Ergebnisdarstellung sollte daher zielgruppenspezifischer erfolgen.

Begriffe wie Ökoeffizienz und Ökoeffizienz-Analyse sind keine allgemein bekannten Begriffe. Sie sollten grundsätzlich, wie in der vorliegenden Analyse, knapp und verständlich in einer Einführung erläutert werden.

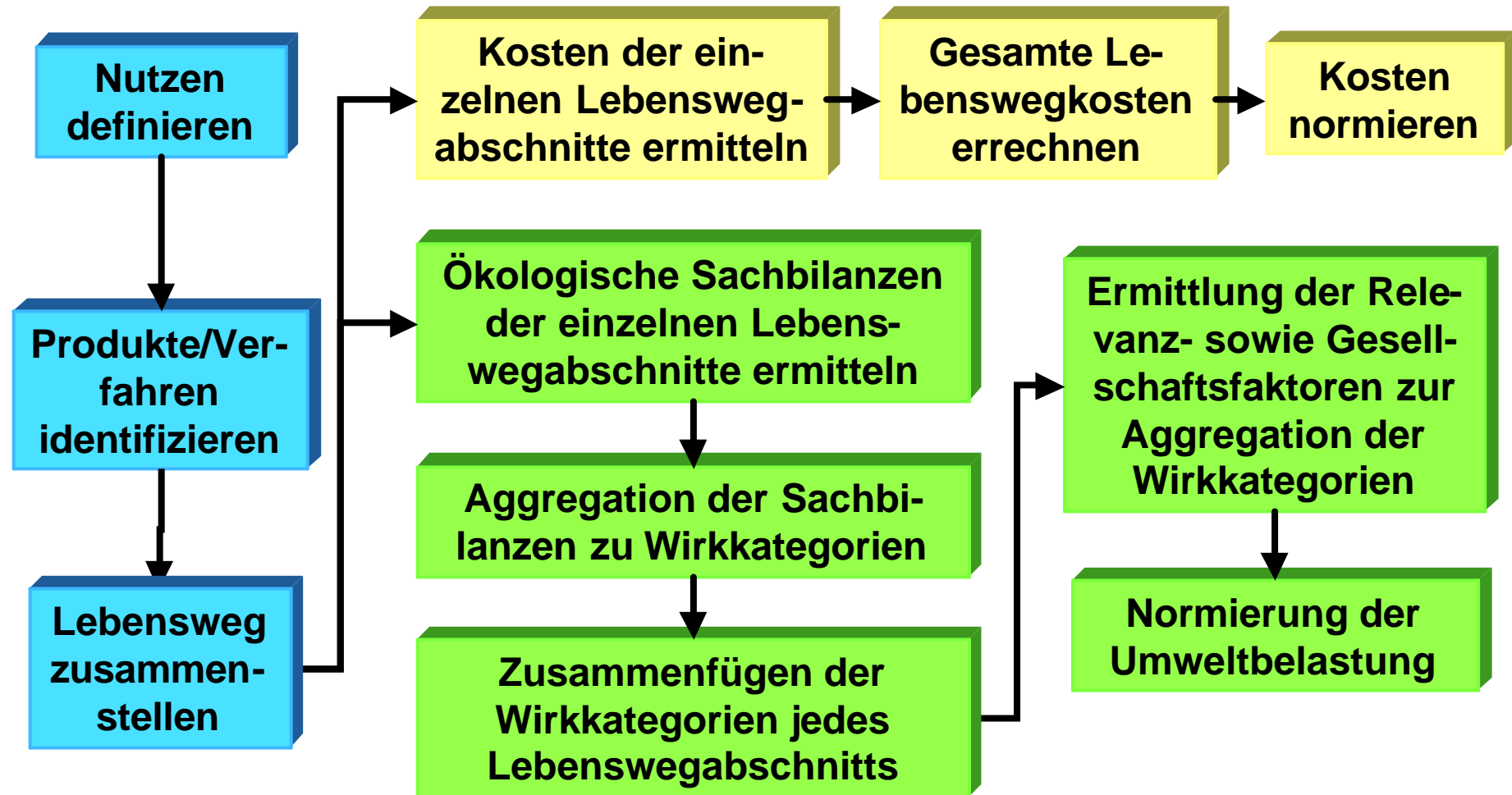
Fazit

Bisher wurden von Unternehmen kaum vergleichbar durchdachte Methodiken zur ökologischen und ökonomischen Analyse entwickelt. Insofern stellt die Ökoeffizienz-Analyse der BASF eine erhebliche Investition und Leistung dar. Sie hat ihre grundsätzliche Eignung für eine Reihe von Fragestellungen unter Beweis gestellt. Die Ergebnisdarstellung ist insgesamt leicht verständlich und erfolgt auf eine Weise, die den meisten Entscheidern vertraut ist.

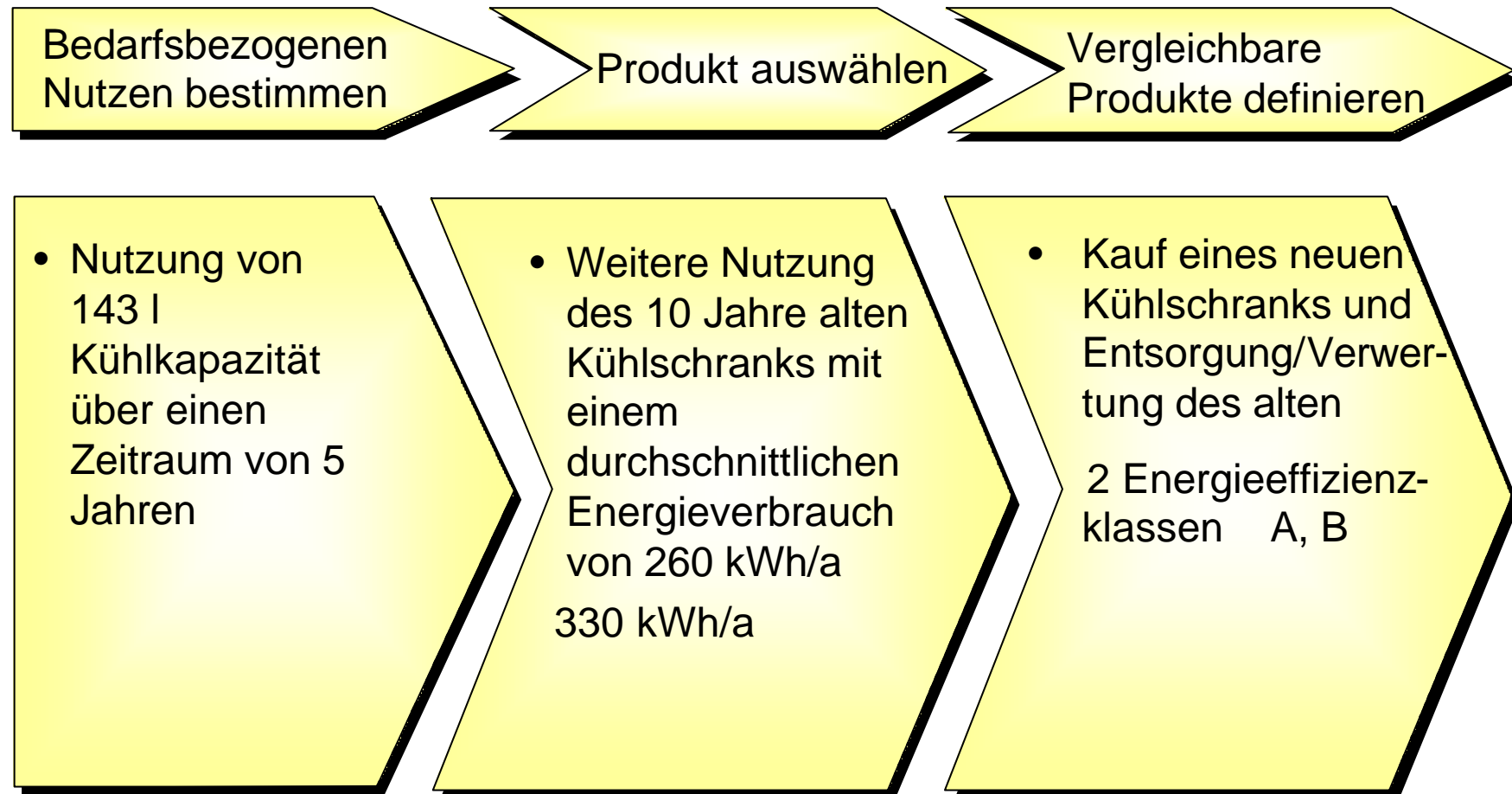
Gegenwärtig bemüht sich die BASF, den Anwendungsbereich der Ökoeffizienz-Analyse zu erweitern. Dazu sollten für die jeweiligen Anwendungsbereiche gezielt Änderungen vorgenommen werden. Die Ökoeffizienz-Analyse hat hierfür grundsätzlich das Potenzial. Auch mit Blick auf eine umfassende Nachhaltigkeitsbetrachtung ist eine Integration sozialer Indikatoren wünschenswert.



Prinzipielle Vorgehensweise

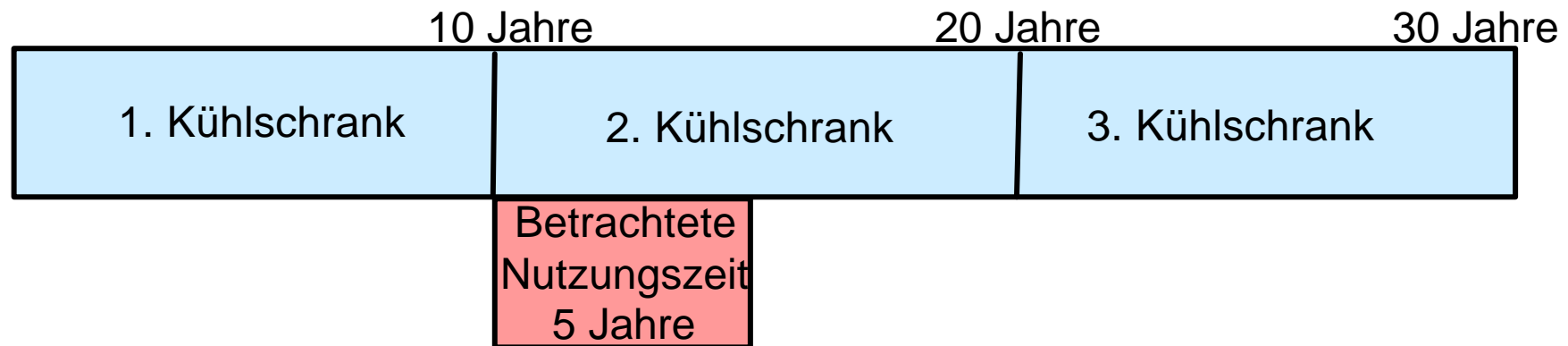


Definition des Kundennutzens

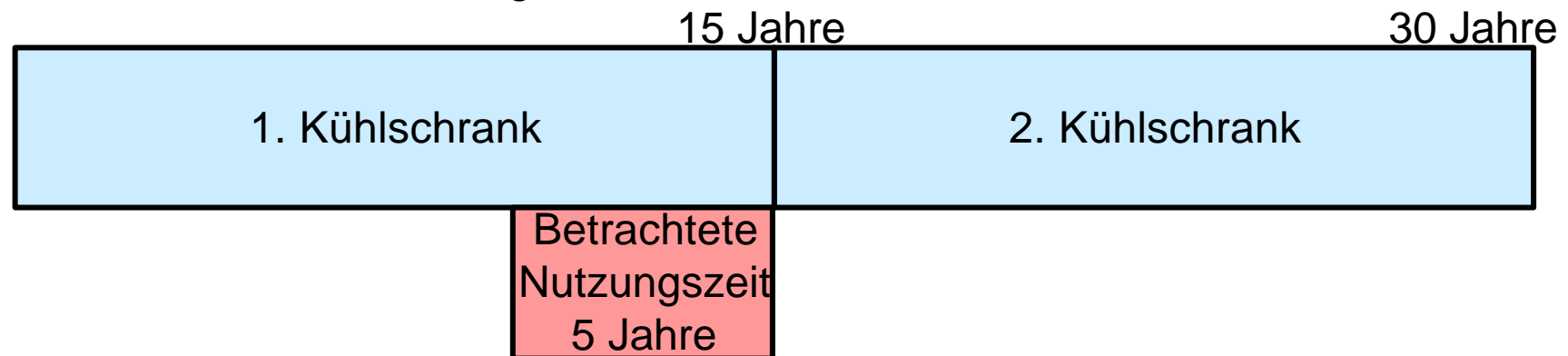


Erläuterungen: Zeitachse - Nutzung von Kühlschränken

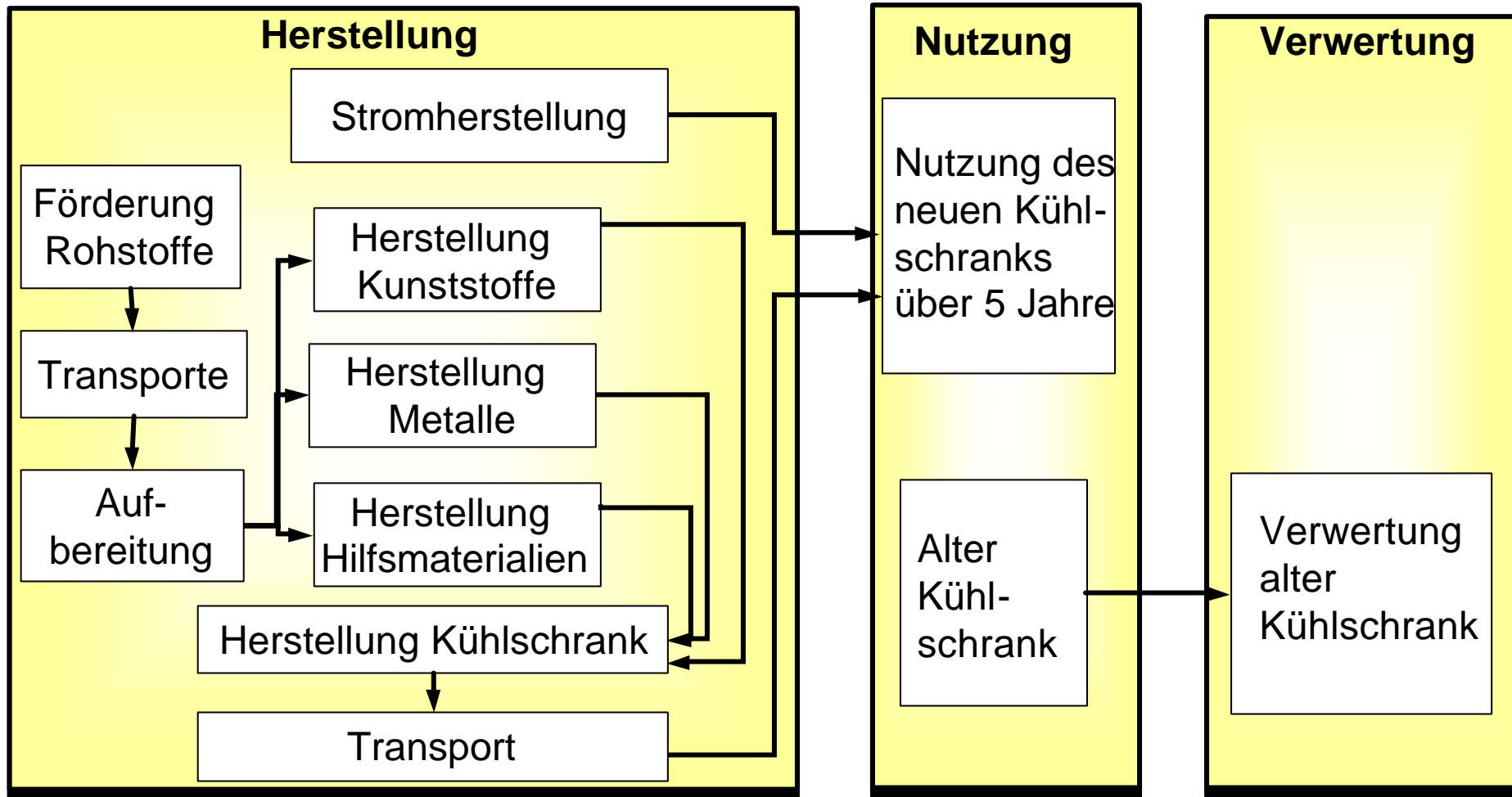
Alternative: Neuer Kühlschrank



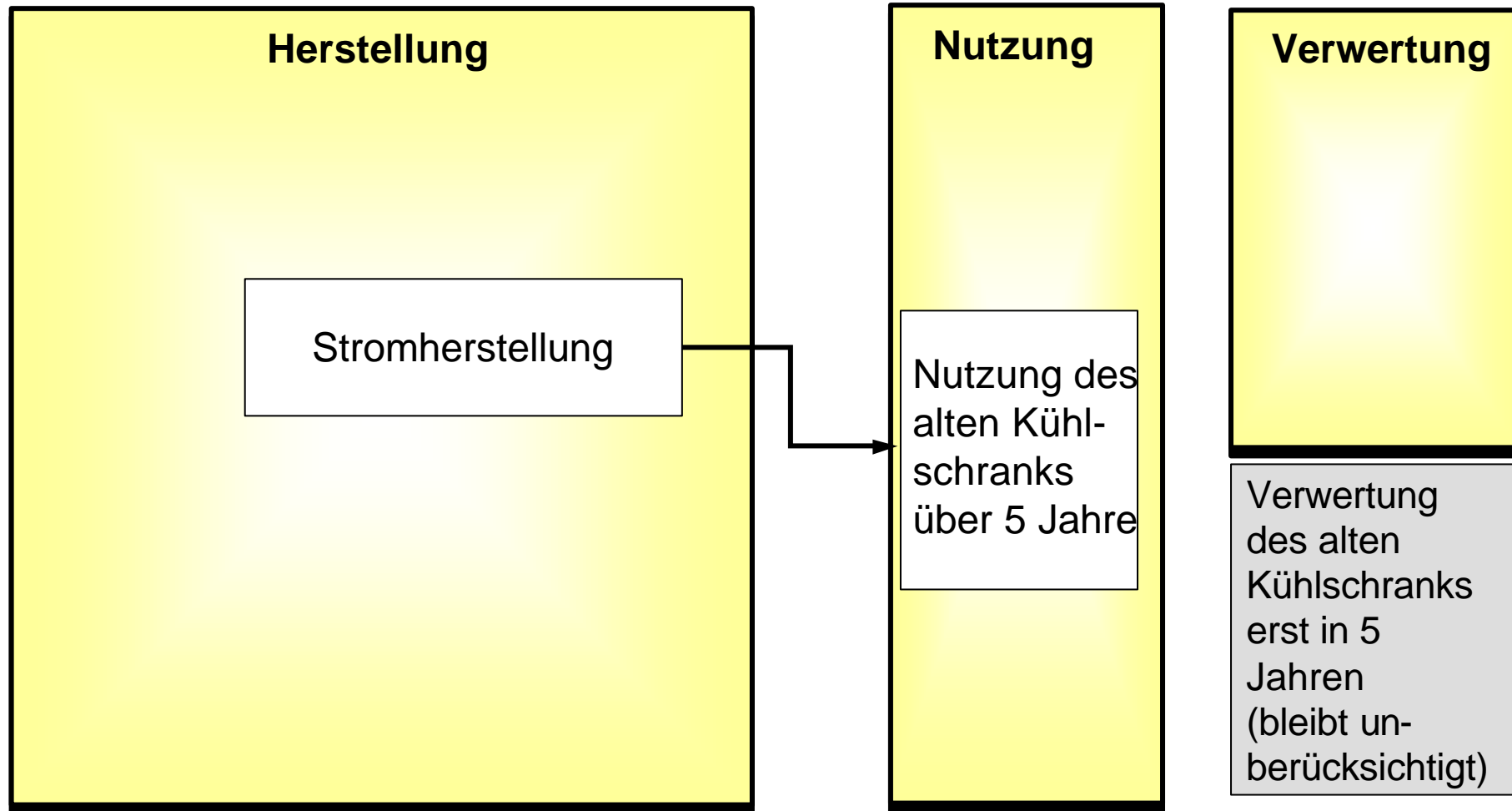
Alternative: Weiternutzung Alter Kühlschrank



Systemgrenzen “Neuer Kühlschrank”



Systemgrenzen “Weiternutzung alter Kühlschranks”



Allgemeine Annahmen

- Zusammensetzung neuer Kühlschrank

HIPS	13,36	%
ABS	1,6	%
PVC	0,94	%
SAN	0,29	%
PP	0,24	%
PE/PMMA/Nylon/Gummi	1,18	%
PUR (Schaum)	16,97	%
Glas	2,11	%
Eisen Metalle	43,47	%
Kupfer	11,07	%
Aluminium	2,61	%
Öl	0,66	%
Anderes	5,51	%
Herstellungsenergie	66	kWh
Gewicht neuer Kühlschrank	37	kg

Verpackungsmaterialien	
gesamt	4 kg/Gerät
Karton	3,8 kg/Gerät
Kunststoff	0,2 kg/Gerät

Transportentfernung	
Kühlschrankproduzent Verbraucher	
	400 km

Anteil der Umweltaufwendungen während der Nutzungsdauer	
50%	



Annahmen Stromverbrauch

	Neuer Kühlschrank A		Neuer Kühlschrank B		Weiternutzung alter Kühlschrank 1		Weiternutzung alter Kühlschrank 2	
Stromverbrauch	120	KWh/a	185	KWh/a	260	KWh/a	330	KWh/a
Stromverbrauch / Nutzungsdauer	599	KWh	924	KWh	1300	KWh	1650	KWh



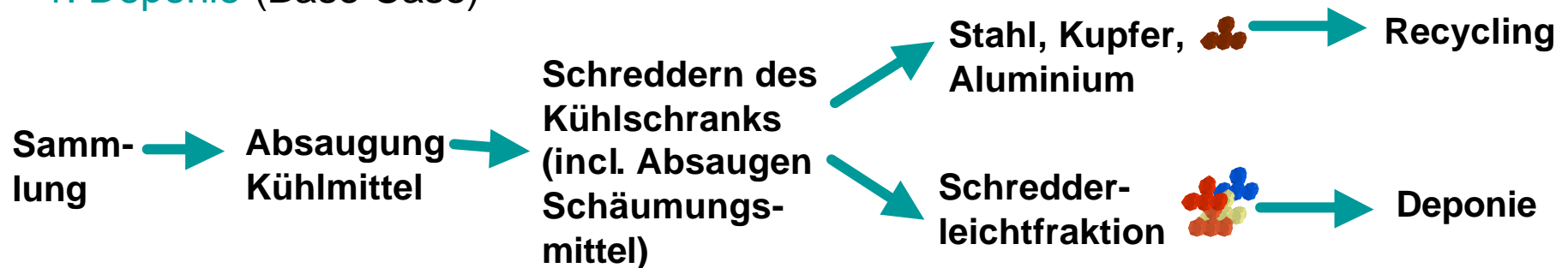
Annahmen direkte Kosten für 5jährige Nutzung

	Neuer Kühlschrank (A)		Neuer Kühlschrank (B)		Weiternutzung alter Kühlschrank 1		Weiternutzung alter Kühlschrank 2	
Kaufpreis	388	Euro	287	Euro				
Stromkosten/KWh	0,15	Euro	0,15	Euro	0,15	Euro	0,15	Euro
Stromkosten/Jahr	18	Euro	28	Euro	39	Euro	50	Euro
Stromkosten / Kundennutzen	90	Euro	139	Euro	195	Euro	248	Euro
Restwert Kühlschrank nach Nutzungsdauer	-194	Euro	-143	Euro	0	Euro	0	Euro
Summe Kosten Nutzung (incl. 2% Inflation und 2,5 % Zinsen)	296	Euro	294	Euro	205	Euro	260	Euro
zusätzliche Aufwendungen für Verwertung	4	Euro	4	Euro				
Direkte Kosten für 5jährige Nutzung	300	Euro	298	Euro	205	Euro	260	Euro

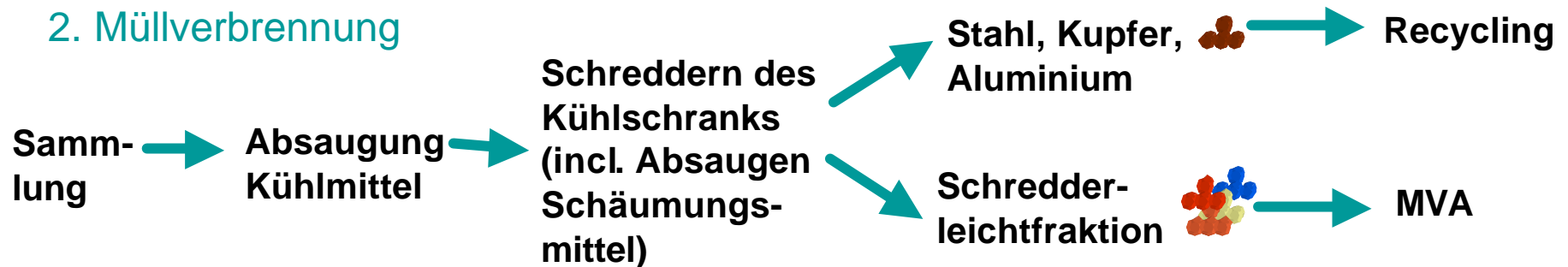


Annahmen zu entsorgender Kühlschränke
 (1/3 der Verwertung wird berücksichtigt, da Lebensdauer des
 alten Kühlschranks von 15 auf 10 Jahre verringert).

1. Deponie (Base Case)



2. Müllverbrennung



Annahmen Verwertung

- Zusammensetzung alter Kühlschrank

HIPS	13,36	%
ABS	1,6	%
PVC	0,94	%
SAN	0,29	%
PP	0,24	%
PE/PMMA/Nylon/Gummi	1,18	%
PUR (Schaum)	16,97	%
Glas	2,11	%
Eisen Metalle	43,47	%
Kupfer	11,07	%
Aluminium	2,61	%
CFC12	0,32	%
Öl	0,66	%
Anderes	5,19	%
Gewicht alter Kühlschrank	37,95 kg	



Ergebnisse

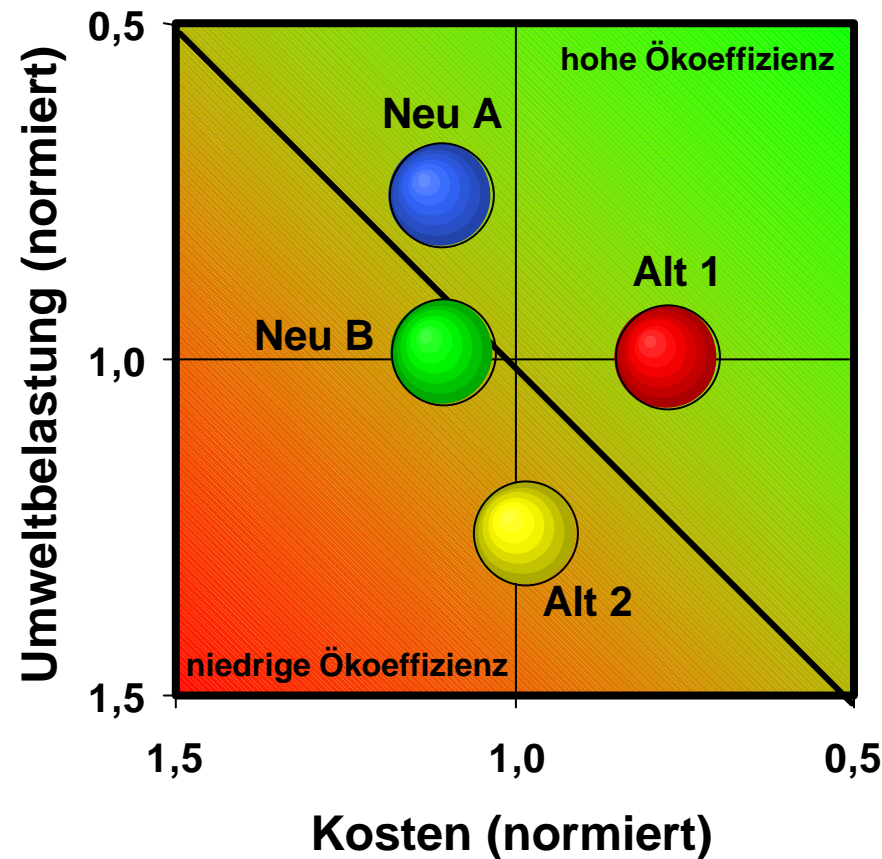


Im Ökoeffizienzportfolio werden die Kosten mit der Umweltbelastung verknüpft

Base Case

Kunden-
bezogener
Nutzen:

Nutzung von
143 l
Kühlkapazität
über einen
Zeitraum von 5
Jahren



Betrachtete Alternativen

- Kühlschrank Neu A
- Kühlschrank Neu B
- Kühlschrank Alt 1
- Kühlschrank Alt 2



Erläuterungen zum Ökoeffizienzportfolio

Kosten und Umweltbelastung bilden die beiden Achsen des Ökoeffizienz-Portfolios. Je größer der Abstand der Punkte von der Diagonalen nach oben rechts, umso höher ist die Ökoeffizienz der Alternativen.

- Die Varianten Kühlschrank Neu Energieeffizienzklasse A und Weiternutzung Alter Kühlschrank 1 mit 260 KWh Jahresverbrauch sind vergleichbar ökoeffizient.
- Die Weiternutzung des alten Kühlschranks mit einem Energieverbrauch von 330 KWh/Jahr ist die am wenigsten ökoeffiziente Variante. Die Alternative hat deutliche Umweltnachteile, bei nur geringen Kostenvorteilen.
- Der Umweltbelastung des Kühlschranks Neu A ist am geringsten. Die Kosten bei den Kühlschränken Neu A und Neu B sind vergleichbar hoch und geringfügig höher als die Weiternutzung des Kühlschranks Alt 2.
- Die Neuanschaffung eines Kühlschranks der Energieeffizienzklasse B hat für die Umwelt nur geringe Vorteile gegenüber der Weiternutzung des Kühlschranks Alt 1.



Die hauptsächlichen Kosten- und Umweltbelastungstreiber werden identifiziert

Base Case

Kosten- faktoren

- Hohe Anschaffungskosten des neuen Kühlschranks
- Stromkosten während der Nutzungsdauer

Umwelt- belastungs- treiber

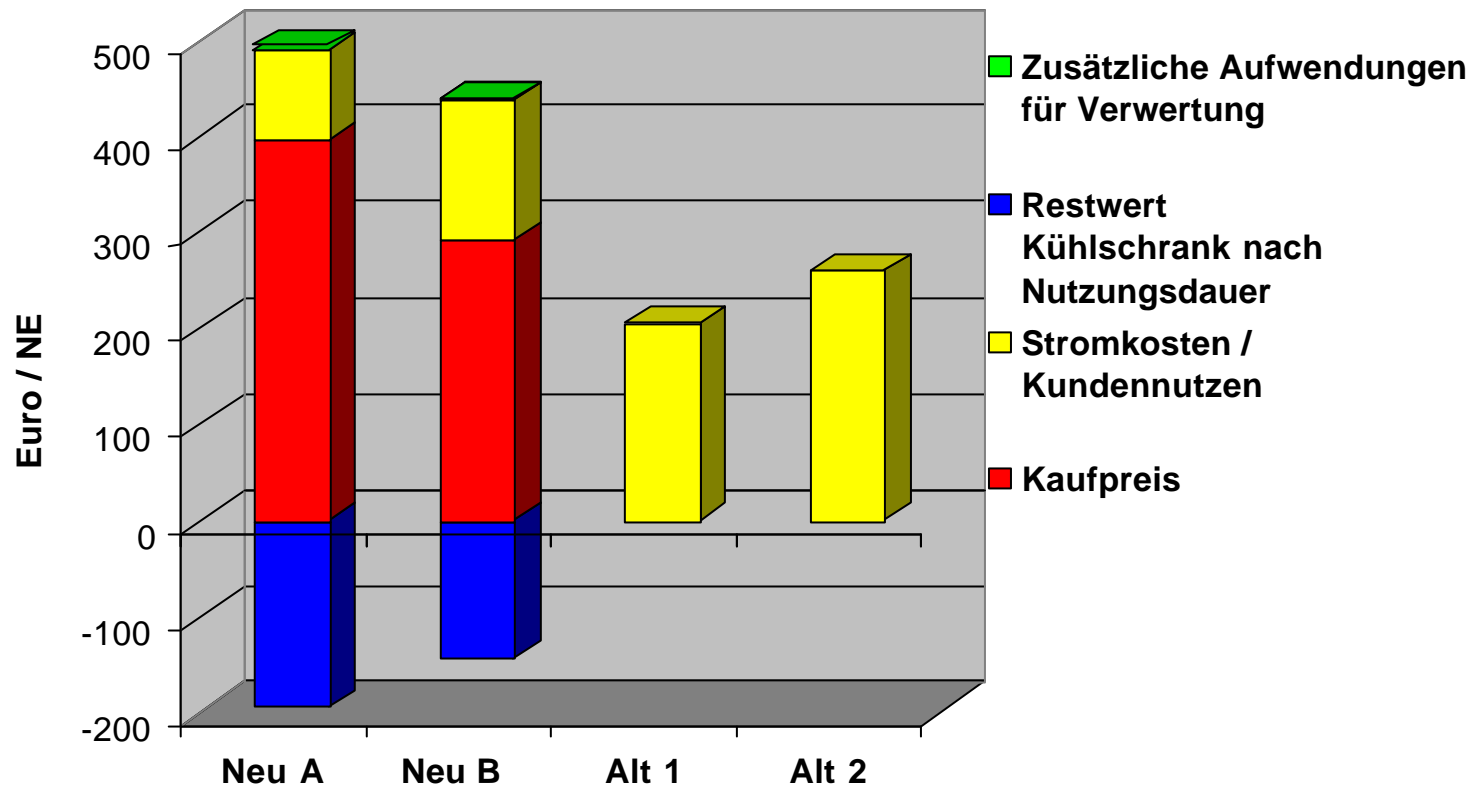
- Stromverbrauch während der Nutzungsphase



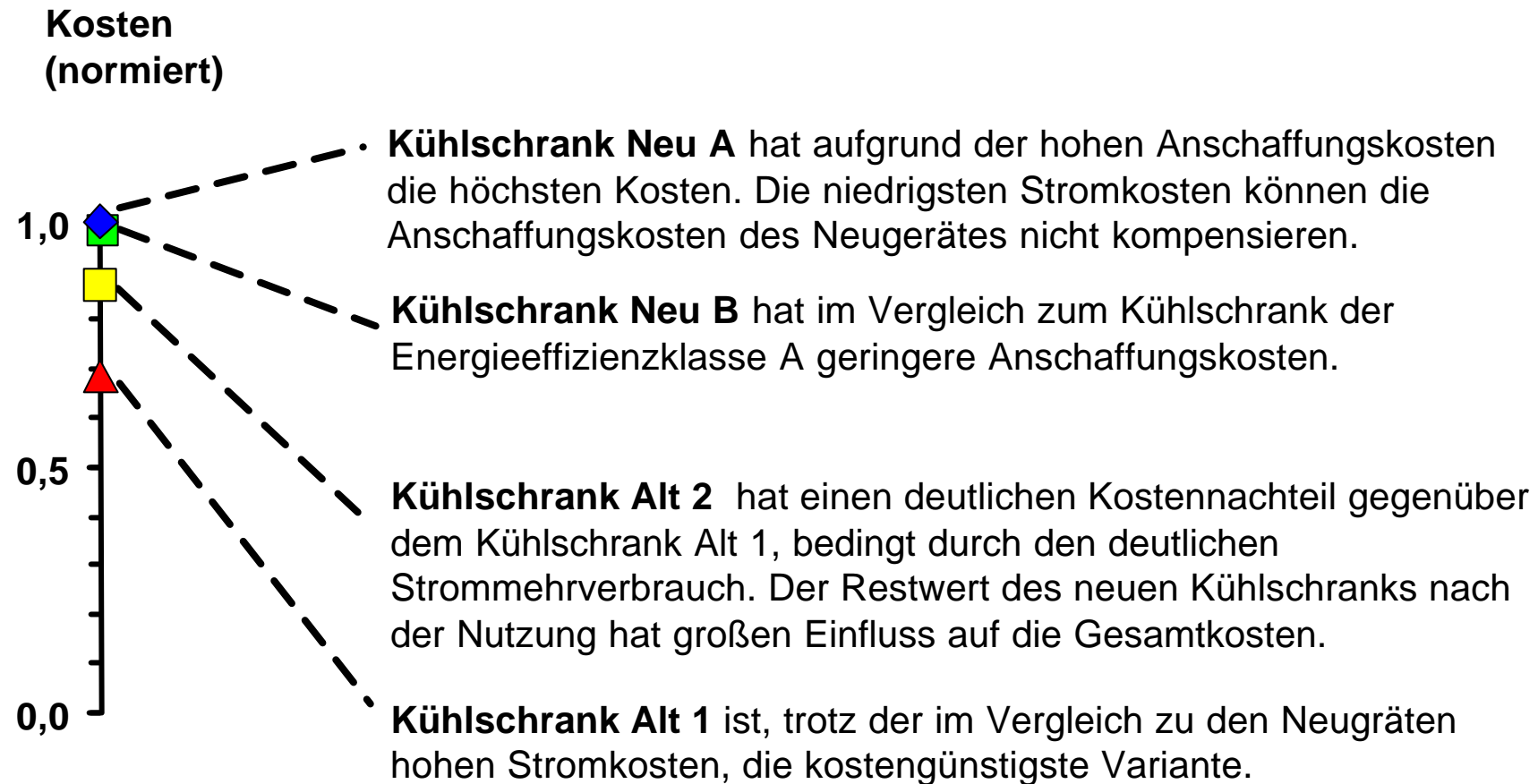
Diskussion der Ergebnisse



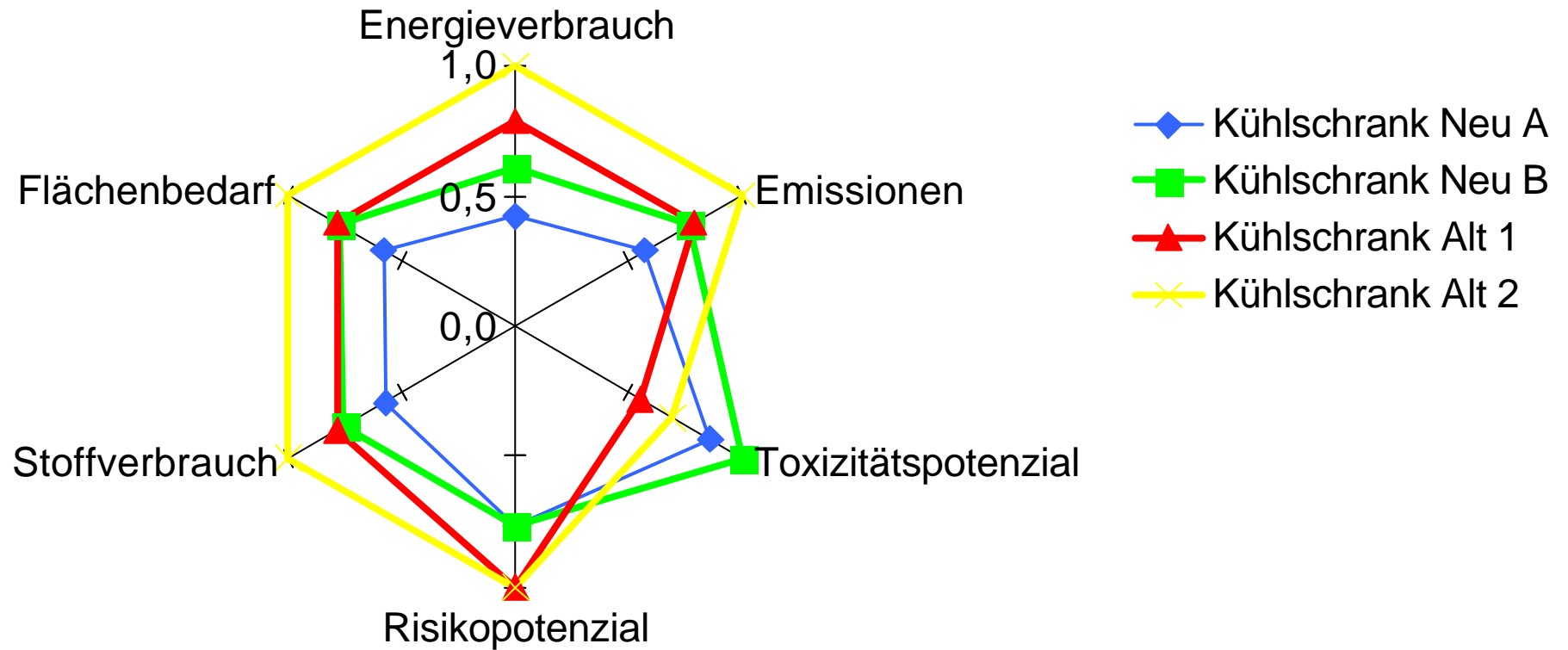
Der Kaufpreis hat den größten Anteil an den direkten Kosten für die 5jährige Nutzung. Der Mehrverbrauch der weitergenutzten alten Kühlschränke beeinflusst die Stromkosten erheblich.



Kosten für 5jährige Nutzung



Ökologischer Fingerabdruck



**Schlechteste Alternative = 1;
alle anderen relativ dazu bewertet**



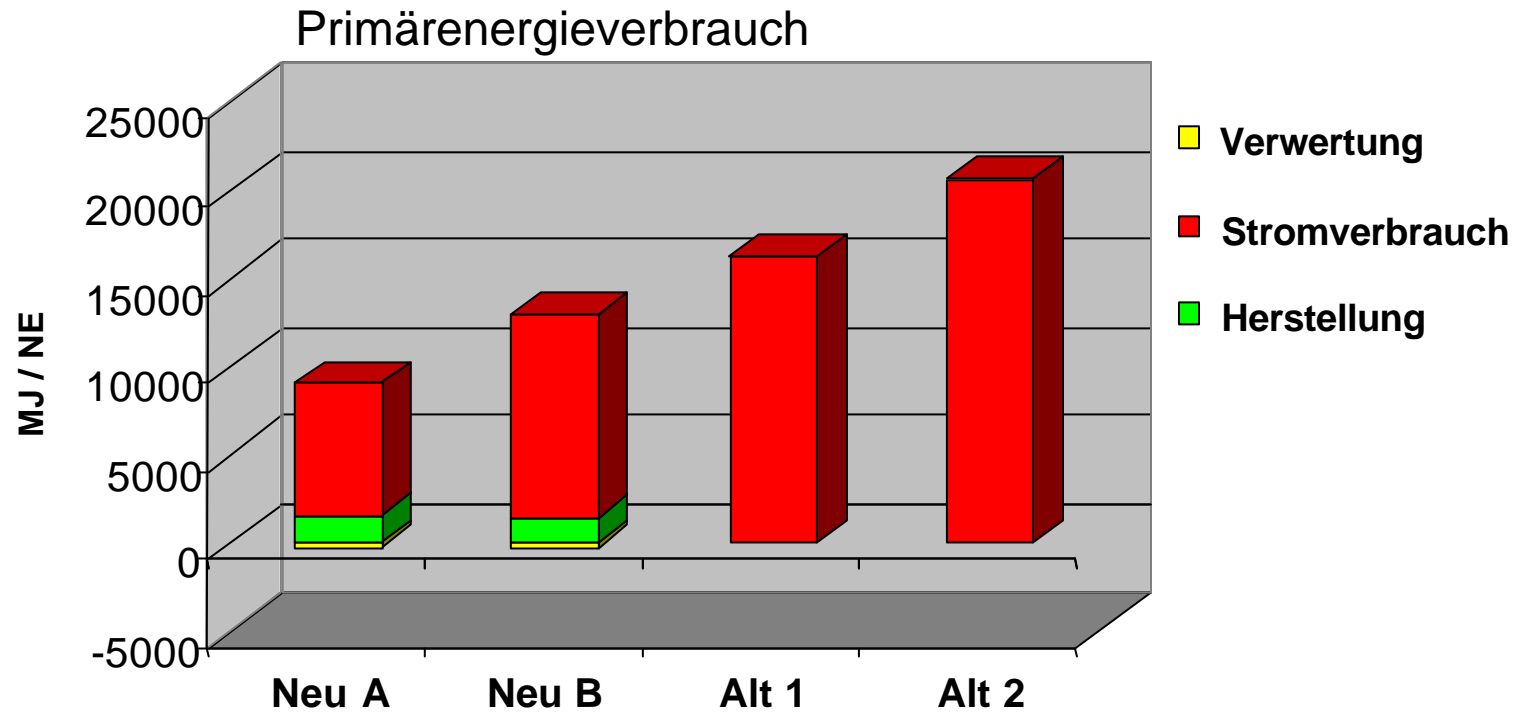
Erläuterungen zum ökologischen Fingerabdruck

Im ökologischen Fingerabdruck werden ökologische Vor- und Nachteile der betrachteten Alternativen im relativen Vergleich zueinander aufgezeigt. Die am weitesten außen liegende Alternative mit dem Wert 1 stellt in dem betreffenden Kompartiment die ungünstigste Alternative dar, je weiter innen eine Alternative angesiedelt ist, umso günstiger ist sie.

- Durch den geringen Stromverbrauch schneidet der Kühlschrank Neu A in den Kategorien Energieverbrauch, Stoffverbrauch, Emissionen und beim Flächenbedarf am besten ab.
- Beim Toxizitätspotenzial wirkt sich die Produktion der Materialien und der Zusammenbau des Kühlschranks negativ für die neuen Kühlschränke aus.
- Beim Risikopotenzial haben die Neugeräte ein geringeres Verletzungsrisiko in der Nutzungsphase. Der höhere Stromverbrauch der alten Kühlschränke in der Nutzenphase erhöht das Risikopotenzial.

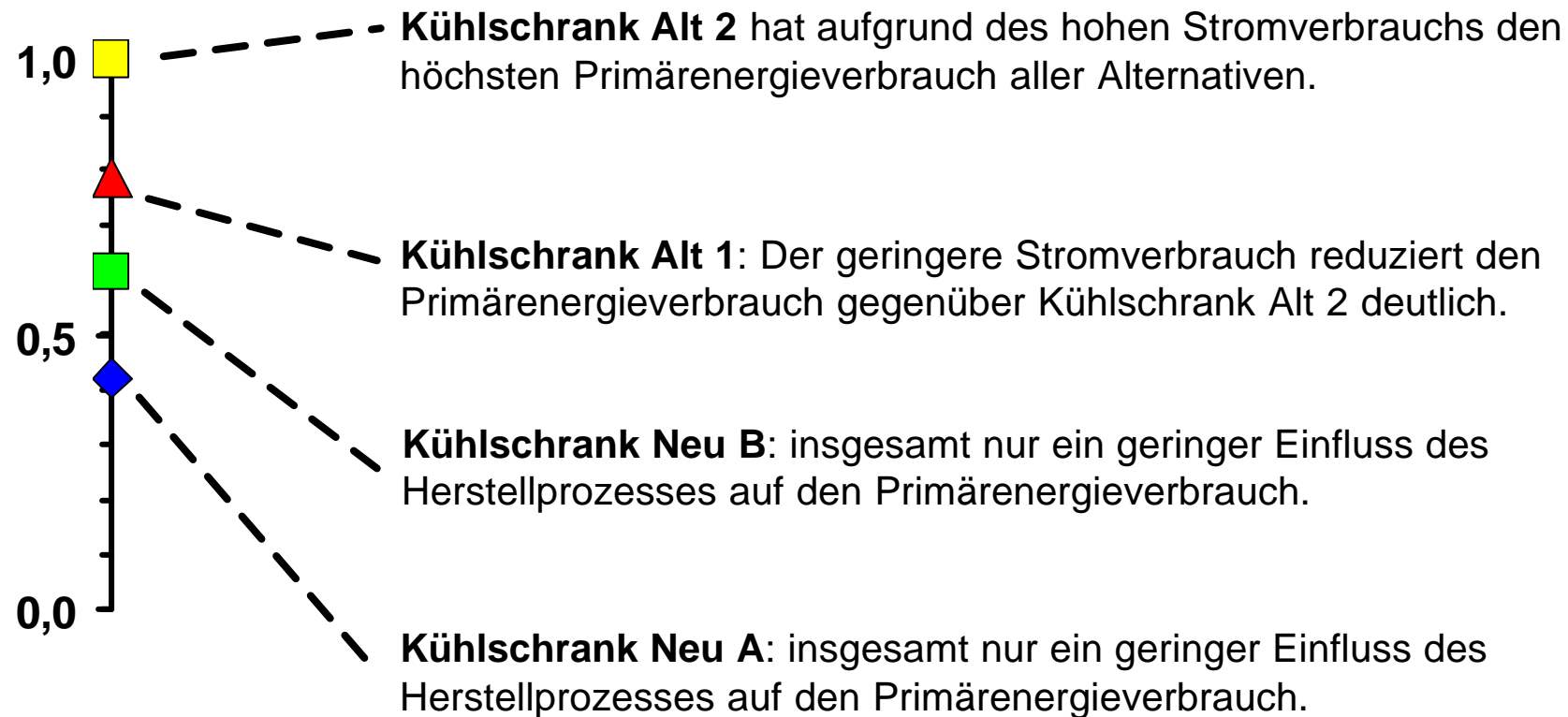


Die Nutzenphase dominiert den Primärenergieverbrauch im Lebensweg.

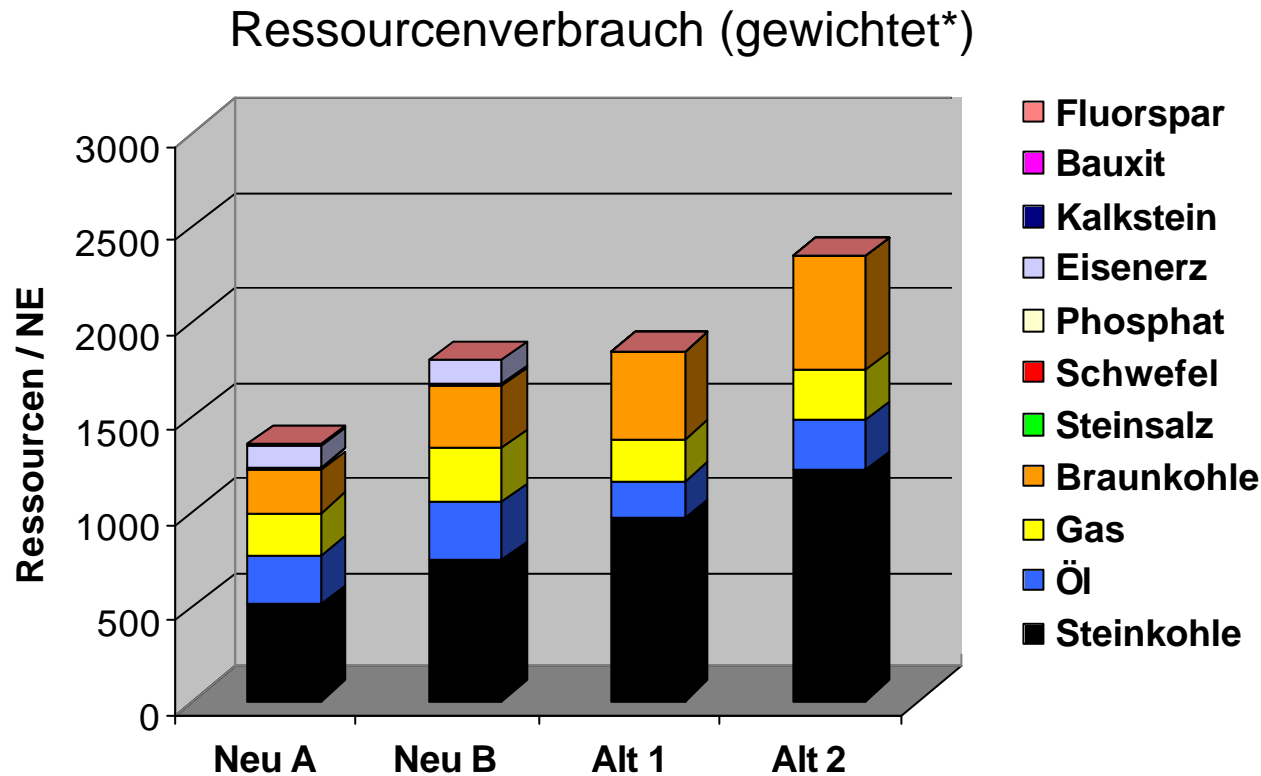


Primärenergieverbrauch

**Energieverbrauch
(normiert)**



Der Ressourcenverbrauch wird von den energietragenden Rohstoffen dominiert.

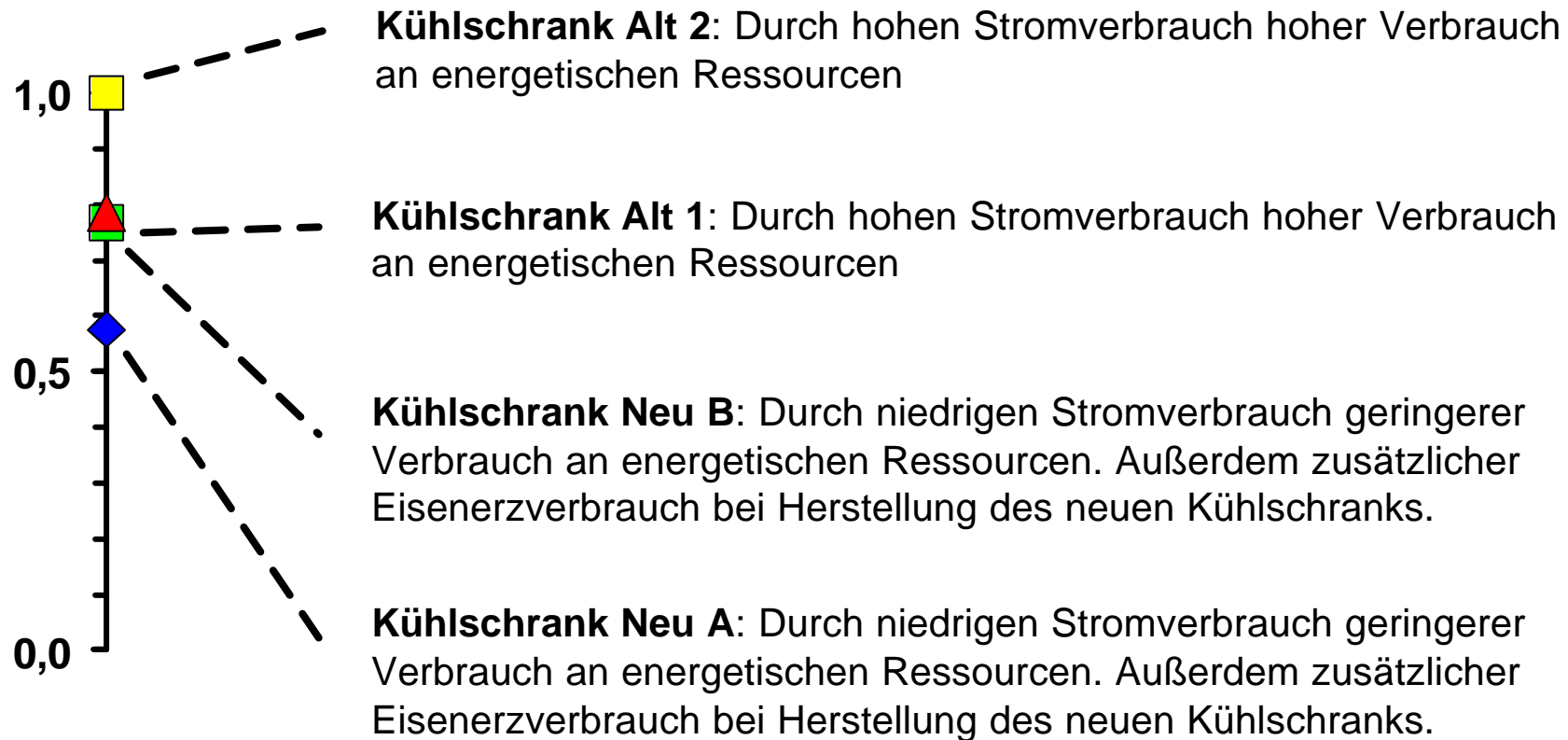


* Die verschiedenen Stoffe werden nach der Reichweite ihrer Reserven gewichtet

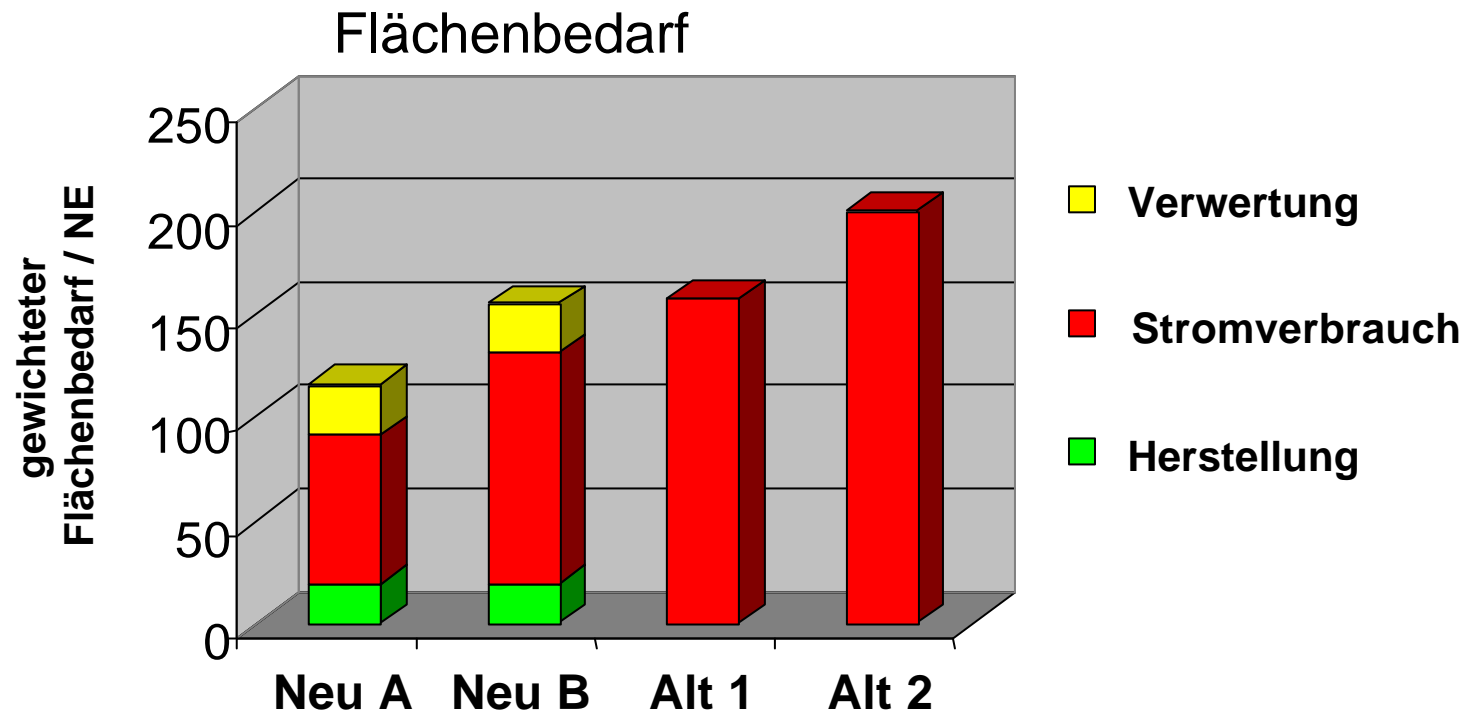


Rohstoffverbrauch

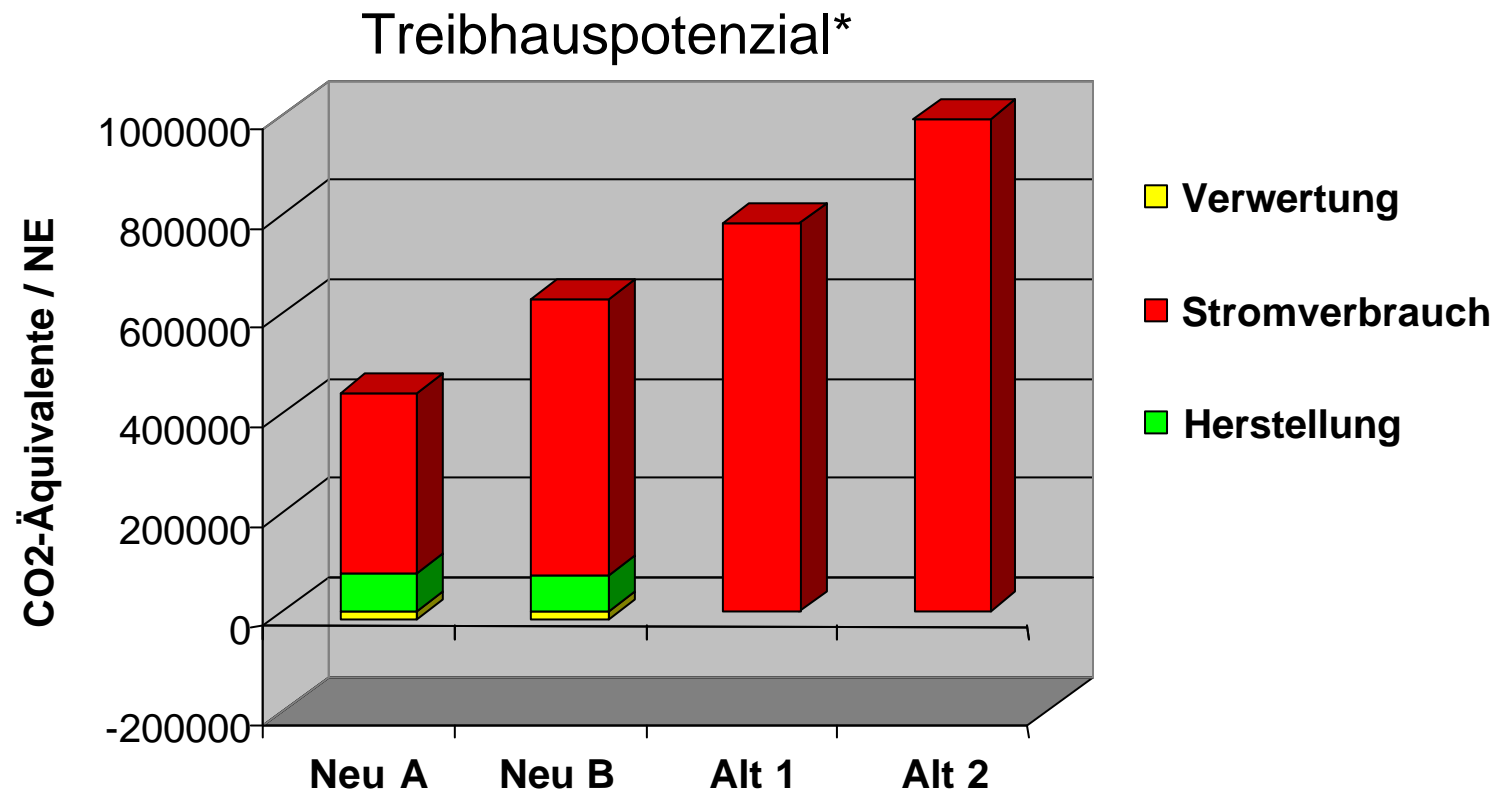
Rohstoffverbrauch
(normiert)



Beim Flächenbedarf dominiert die Fläche die zur Stromherstellung benötigt wird.



Treibhauspotenzial: die größte Menge an Treibhausgasen wird durch die Emissionen der Kraftwerke freigesetzt

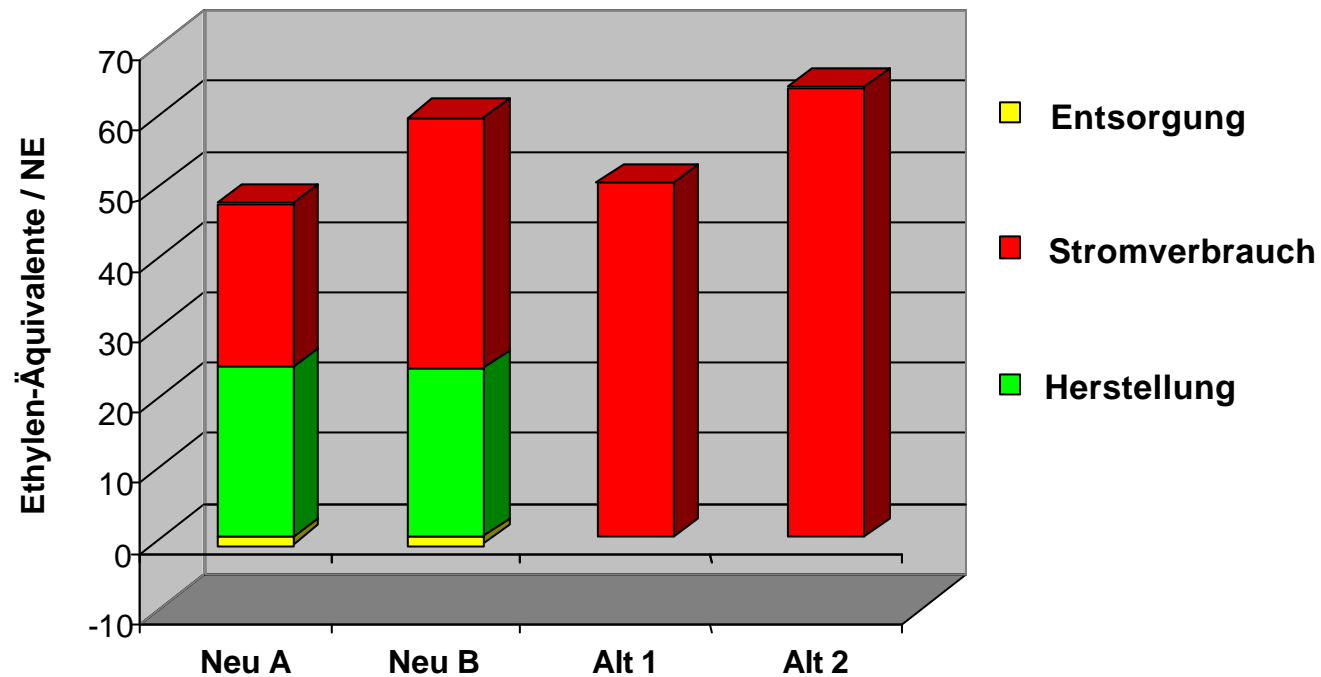


* die Emissionen an CO₂, CH₄, HKW, N₂O werden gemäß ihres Treibhauspotenzials gewichtet



Hohes photochemisches Ozonbildungspotenzial bei der Stromherstellung. Pentanemissionen des Polyurethanschaumes tragen zum POCP bei der Herstellung bei.

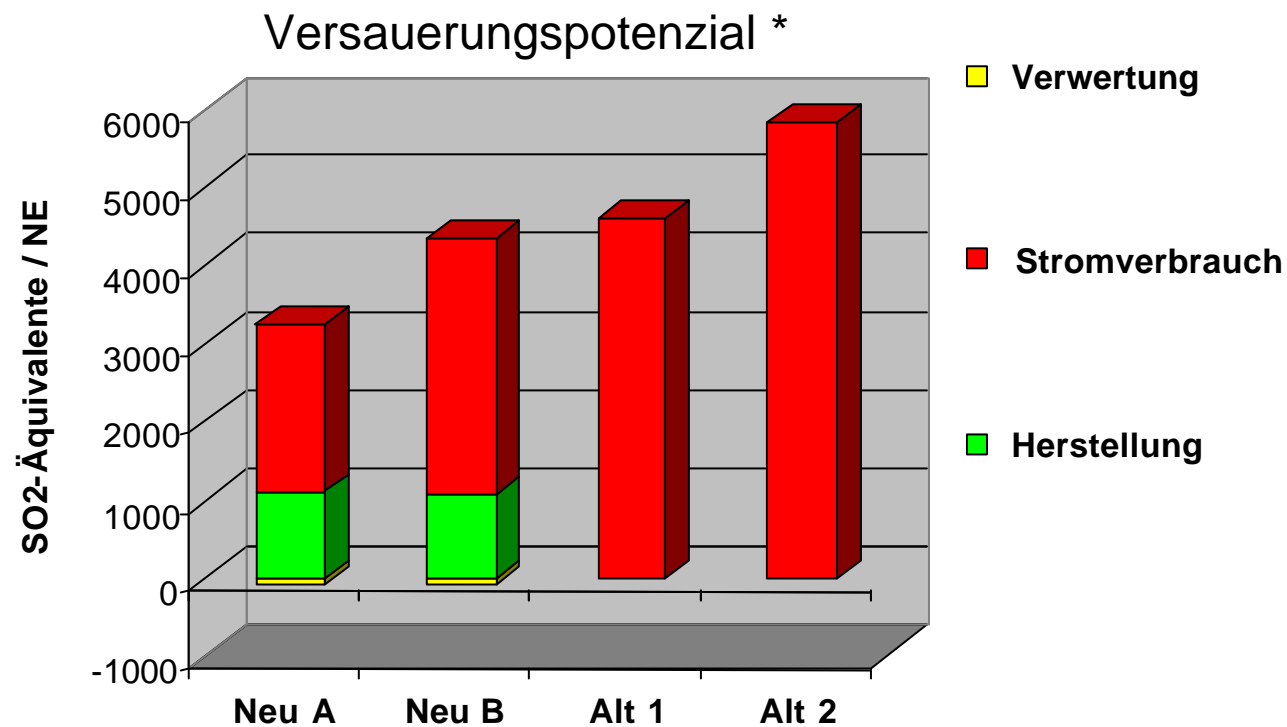
Photochemisches Ozonbildungspotenzial*



* Die Emissionen von CH₄, NM- VOC werden entsprechend ihrer Wirksamkeit gewichtet



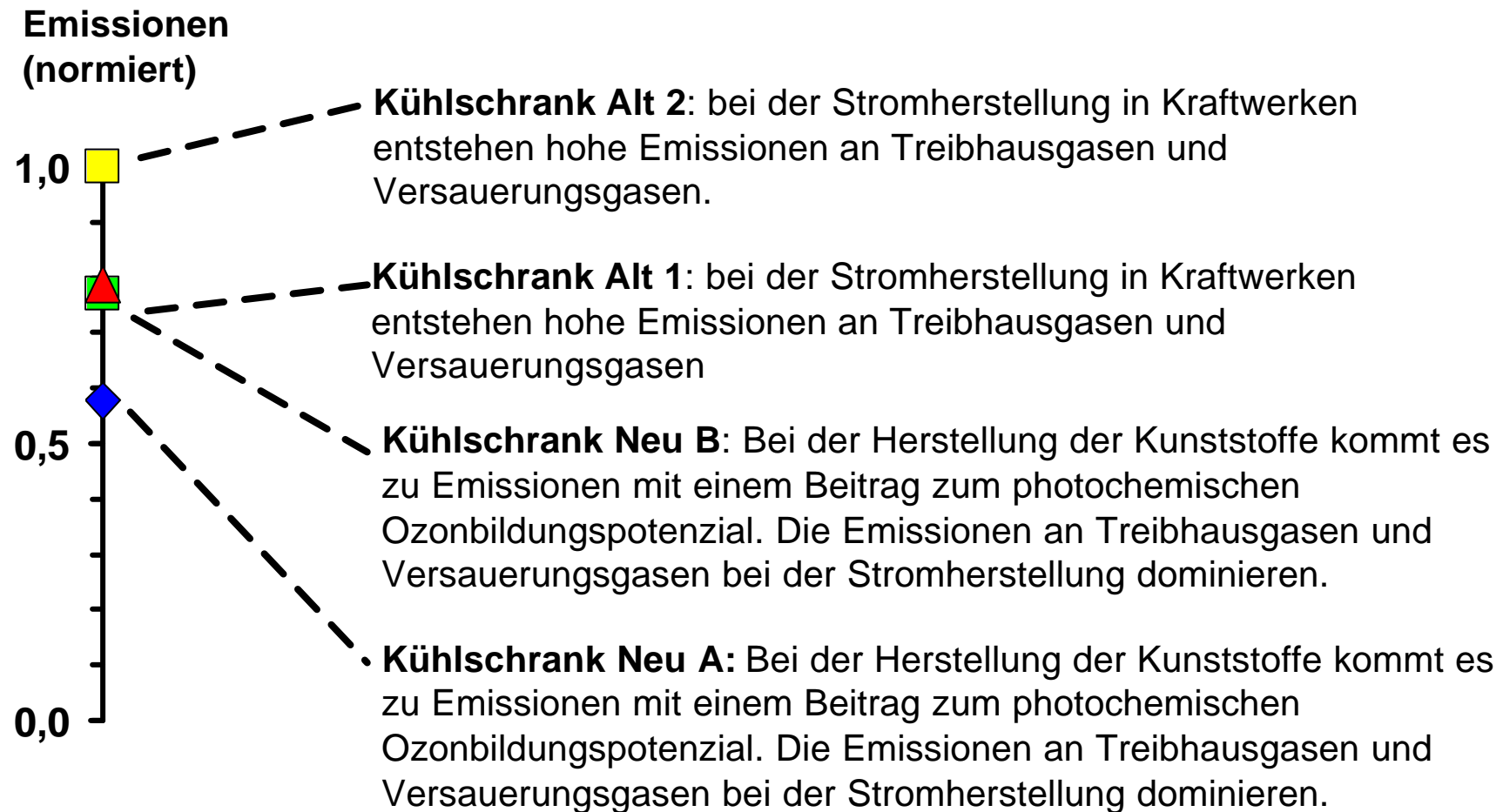
Hohes Versauerungspotenzial bedingt durch die NO_x und SO₂-Emissionen der Kraftwerke



* NO_x-, SO₂-, HCl- und NH₃-Emissionen werden gemäß ihres Potential gewichtet



Emissionen



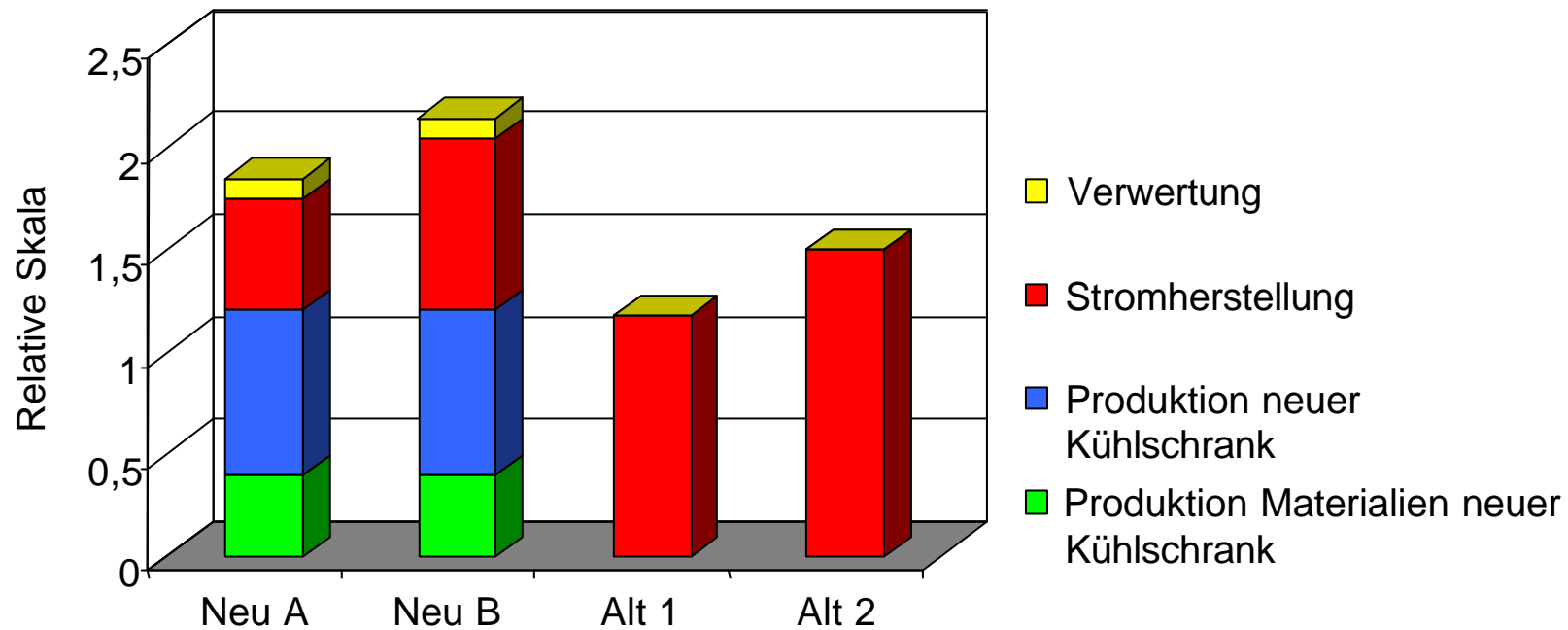
Ermittlung des Toxizitätspotenzials

Beschreibung des Toxizitätspotenzials	Schadenswirkungen	Neuer Kühlschrank (A)	Neuer Kühlschrank (B)	Weiternutzung alter Kühlschrank 1	Weiternutzung alter Kühlschrank 2	Gewichtung
Produktion Materialien neuer Kühlschrank	Human- und Ökotoxizität	1	1	0	0	40%
Produktion neuer Kühlschrank	Humantoxizität	2	2	0	0	
Stromherstellung	Human- und Ökotoxizität	1	2	2	3	50%
Verwertung	Human- und Ökotoxizität	1	1	0	0	10%

Bewertung: 0 = entfällt 2 = mittel
 1 = gering 3 = hoch



Die Weiternutzung der alten Kühlschränke hat Vorteile beim Toxizitätspotenzials



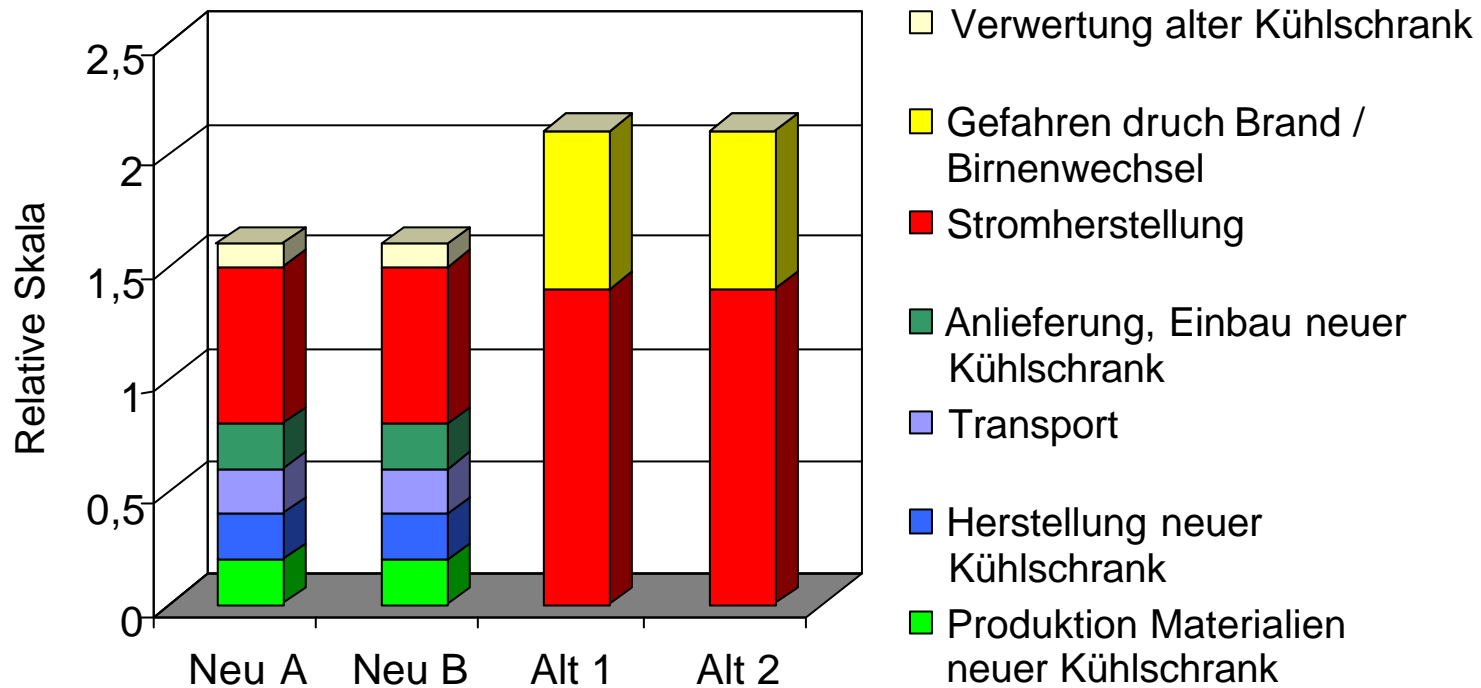
Ermittlung des Risikopotenzials

	Beschreibung des Risikopotenzials	Charakterisierung möglicher Schadenswirkungen	Neuer Kühlschrank (A)	Neuer Kühlschrank (B)	Weiternutzung alter Kühlschrank 1	Weiternutzung alter Kühlschrank 2	Gewichtung
Herstellung	Produktion Materialien neuer Kühlschrank	Personen- und Sachschäden	1	1	0	0	20%
	Herstellung neuer Kühlschrank	Personen- und Sachschäden	1	1	0	0	
	Transport	Personen- und Sachschäden	1	1	0	0	
	Anlieferung, Einbau neuer Kühlschrank	Personen- und Sachschäden	1	1	0	0	
Nutzung	Stromherstellung	Sachschäden	1	1	2	2	70%
	Gefahren durch Brand / Birnenwechsel	Personen- und Sachschäden	0	0	1	1	
Entsorgung	Verwertung alter Kühlschrank	Personen- und Sachschäden	1	1	0	0	10%

Bewertung: 0 = entfällt 2 = mittel
 1 = gering 3 = hoch



Die Stromherstellung hat hohen Einfluss auf das Risikopotenzial.



Sensitivitätsbetrachtungen

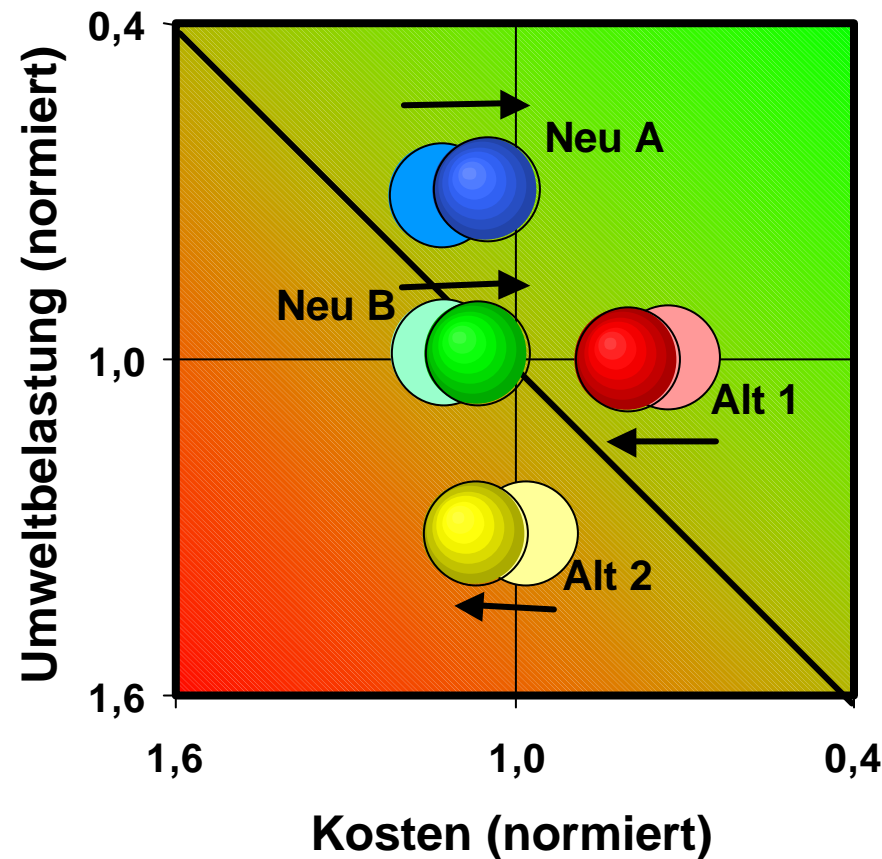
- Verschiedene Strompreise
- Schwankungsbreite Anschaffungskosten neuer Kühlschränke
- Variante Müllverbrennung
- Der Transport des neuen Kühlschranks zu Verbraucher wird verlängert.
- Bezahlen des neuen Kühlschranks mit Kredit.
- Strom aus Wind und Wasserkraft.



Der Strompreis erhöht sich von 0,15 Euro/KWh im Base Case auf 0,18 Euro/KWh . Die neuen Kühlschränke gewinnen dann auch Kostenvorteile gegenüber Alt 2.

Kunden-bezogener Nutzen:

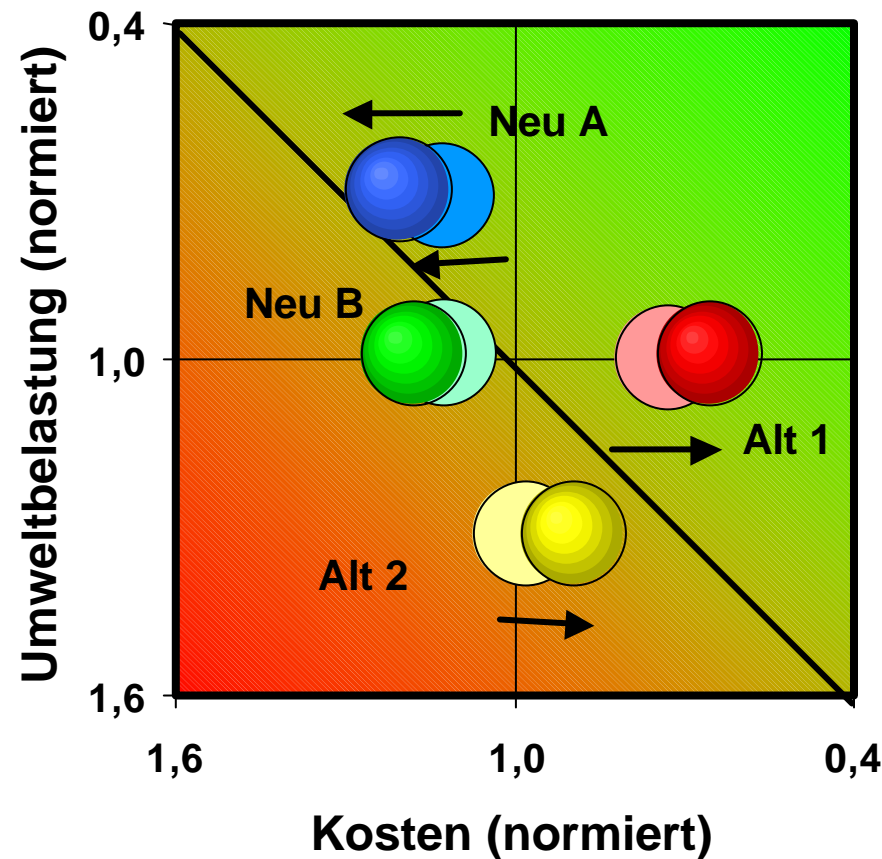
Nutzung von 143 l Kühlkapazität über einen Zeitraum von 5 Jahren



Der Strompreis beträgt 0,13 Euro/KWh. Dies verstärkt die Kostenvorteil der weitergenutzten Kühlschränke.

Kunden-
bezogener
Nutzen:

Nutzung von
143 l
Kühlkapazität
über einen
Zeitraum von 5
Jahren



Betrachtete Alternativen

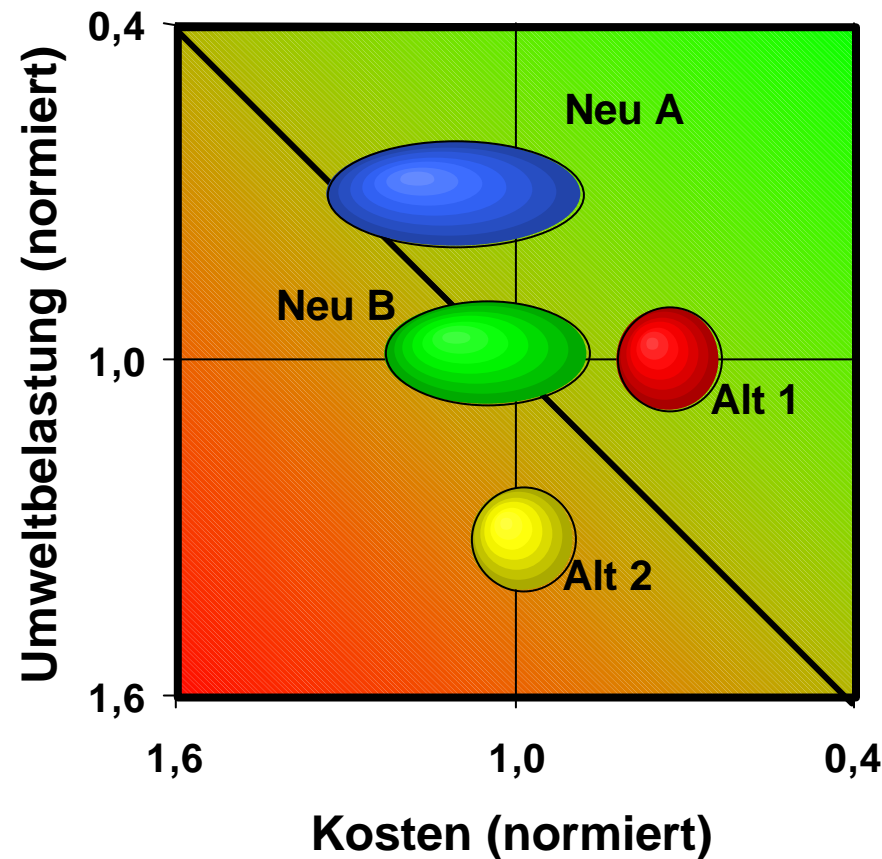
- Kühlschrank Neu A
- Kühlschrank Neu B
- Kühlschrank Alt 1
- Kühlschrank Alt 2



Die Schwankungsbreite bei den Anschaffungskosten der neuen Kühlschränke wird berücksichtigt (Base case Mittelwerte).

Kunden-
bezogener
Nutzen:

Nutzung von
143 l
Kühlkapazität
über einen
Zeitraum von 5
Jahren



Betrachtete Alternativen

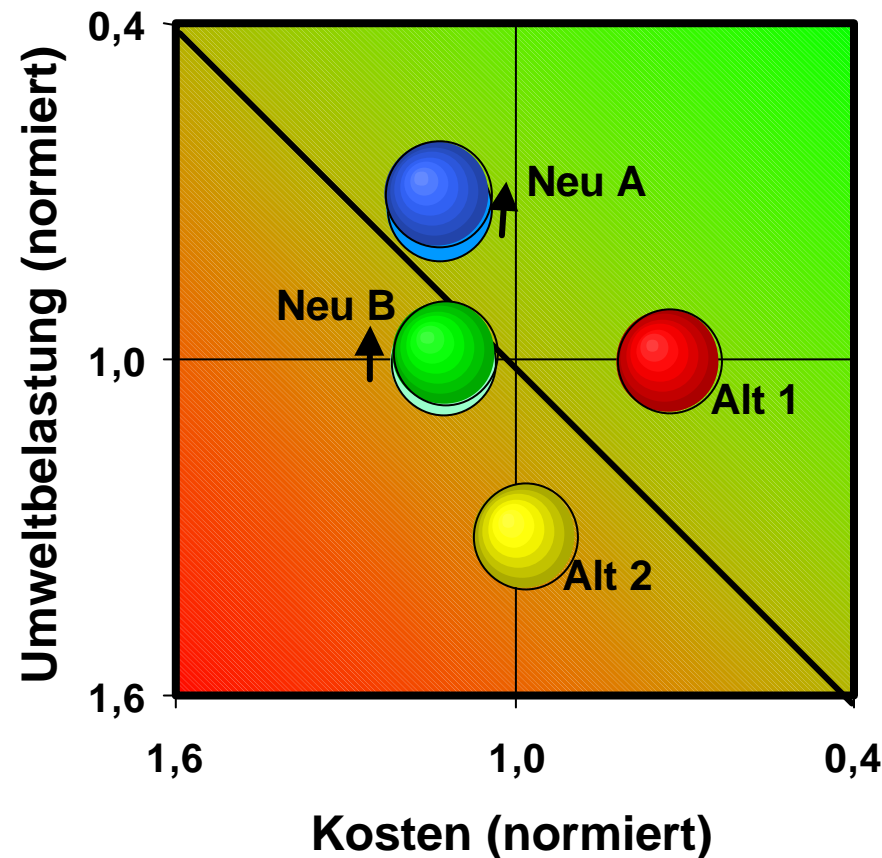
- Kühlschrank Neu A
- Kühlschrank Neu B
- Kühlschrank Alt 1
- Kühlschrank Alt 2



Wird die Schredderleichtfraktion in einer Müllverbrennungsanlage verbrannt (Base case Deponie) verbessert sich die Umweltbelastung der neuen Kühlschränke kaum.

Kunden-bezogener Nutzen:

Nutzung von 143 l Kühlkapazität über einen Zeitraum von 5 Jahren



Betrachtete Alternativen

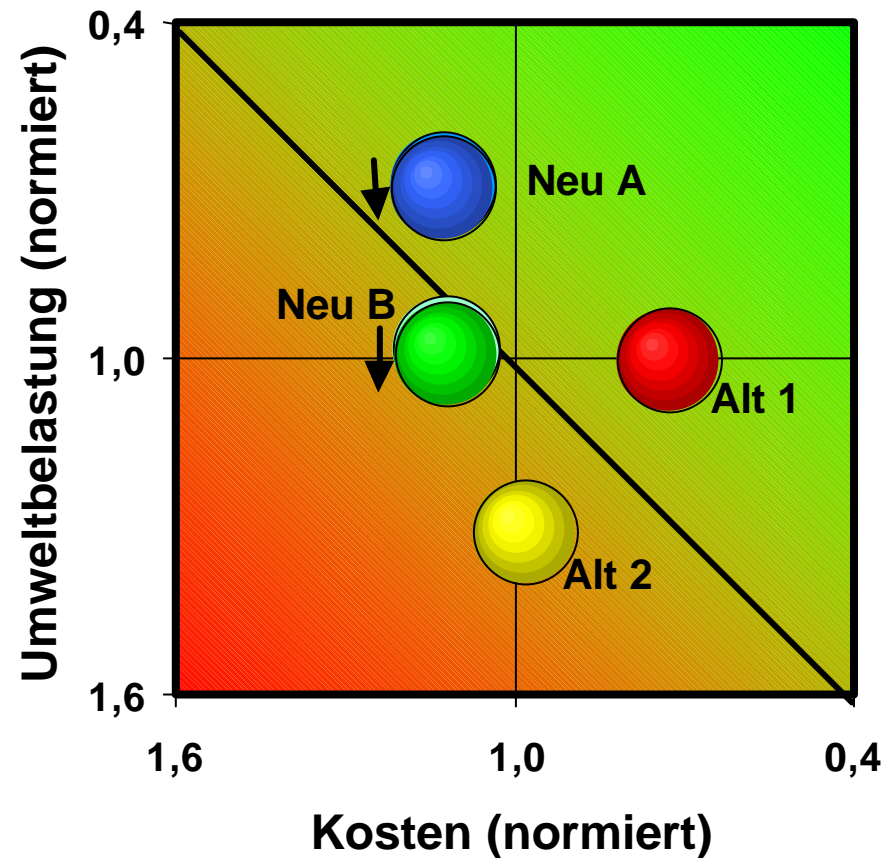
- Kühlschrank Neu A
- Kühlschrank Neu B
- Kühlschrank Alt 1
- Kühlschrank Alt 2



Verlängert sich der Transport des Kühlschranks zum Verbraucher auf 1200 Km (Base case 400 km), verändert sich die Umweltbelastung nur gering.

**Kunden-
bezogener
Nutzen:**

Nutzung von
143 l
Kühlkapazität
über einen
Zeitraum von 5
Jahren



Betrachtete Alternativen

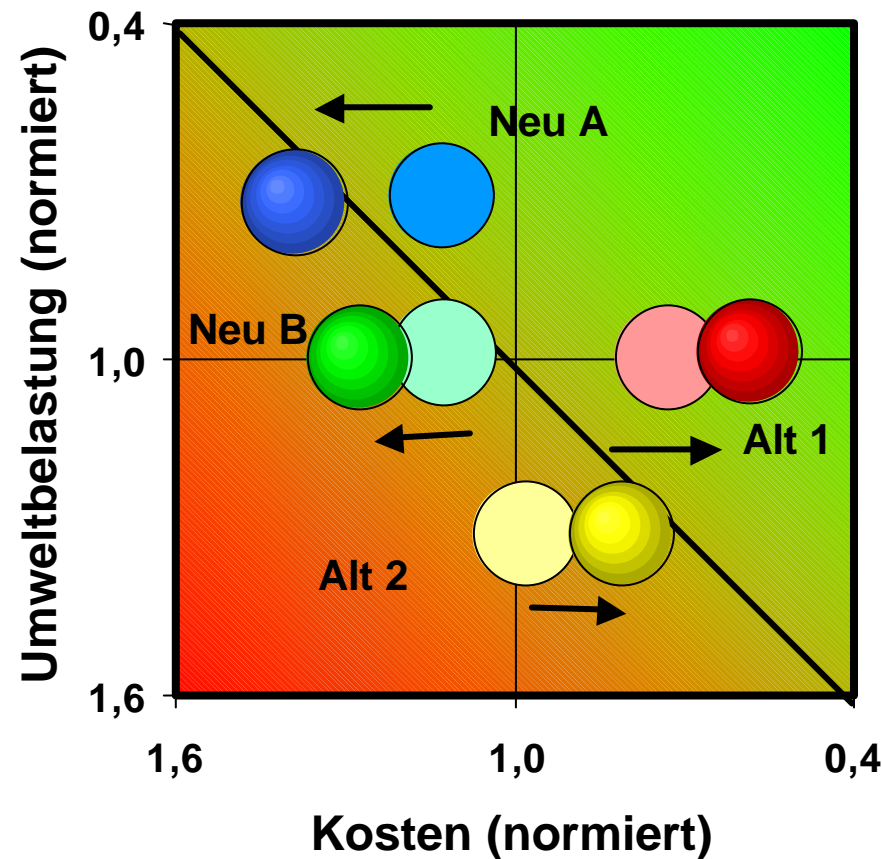
- Kühlschrank Neu A
- Kühlschrank Neu B
- Kühlschrank Alt 1
- Kühlschrank Alt 2



Wird der neue Kühlschrank mit einem Kredit (12 % Zinsen) bezahlt wird die Weiternutzung der alten Kühlschränke deutlich günstiger.

Kunden-
bezogener
Nutzen:

Nutzung von
143 l
Kühlkapazität
über einen
Zeitraum von 5
Jahren



Betrachtete Alternativen

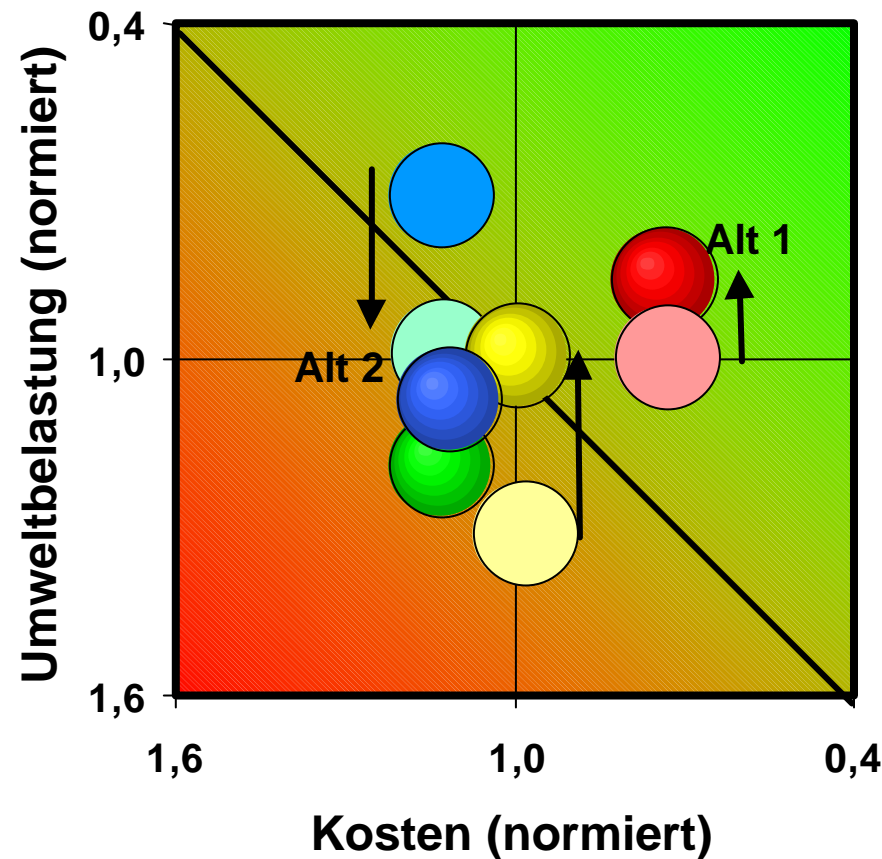
- Kühlschrank Neu A
- Kühlschrank Neu B
- Kühlschrank Alt 1
- Kühlschrank Alt 2



Zur Stromherstellung wird Wasserkraft und Windkraft verwendet. Die Umweltsituation gegenüber dem Base case (Strommix Deutschland) verändert sich deutlich.

**Kunden-
bezogener
Nutzen:**

Nutzung von
143 l
Kühlkapazität
über einen
Zeitraum von 5
Jahren



Auswirkungen auf den Stromverbrauch der Haushalte (Berechnungen des Wuppertal Instituts)

- Durch den Austausch von Kühlgeräten mit einem Alter von mehr als zehn Jahren, gegen durchschnittliche Geräte der Energieeffizienzklasse A, könnte der Stromverbrauch der deutschen Haushalte (insgesamt etwa 130 TWh), um ca. 2,5 bis 4% reduziert werden.
 - **Ein entsprechender Austausch von Kühlschränken kann dabei Einsparungen im Bereich von 1% realisieren.**
 - **Ein Austausch von Kombinationsgeräten und Gefriergeräten kann zu einer Ersparnis zwischen etwa 2 und 3% führen.**
- Erhöht werden können diese Werte durch
 - **alte Zweitgeräte, deren Anzahl und durchschnittliche jährliche Nutzungsdauer ist jedoch unklar,**
 - **Altgeräte, die infolge von Alterung und Defekten einen erhöhten Stromverbrauch aufweisen**
 - **Einsatz der jeweils effizientesten Neugeräte der Energieeffizienzklasse A**



Anhang



Datenqualität

Input	Datenquelle	Jahr	Qualität	Gültigkeit
Produktion Kunststoffe	APME-Datensätze		mittel	Europa
Stahlproduktion	International Iron and Steel Institute Technical Report '1	1998	hoch	Europa
Zusammensetzung alter Kühlschranks	TNO-Report R 2001/454	2001	hoch	Europa
Zusammensetzung neuer Kühlschranks	Schätzung	2001	mittel	Europa
Annahmen Verwertung alter Kühlschranks	TNO-Report R 2001/454	2001	hoch	Europa
Strom	BUWAL 250	1998	hoch	Deutschland
Kosten neuer Kühlschranks	Stiftung Warentest	2001	hoch	Deutschland
Transporte	BUWAL 250	1998	mittel	Europa



Bewertung der Umweltlasten

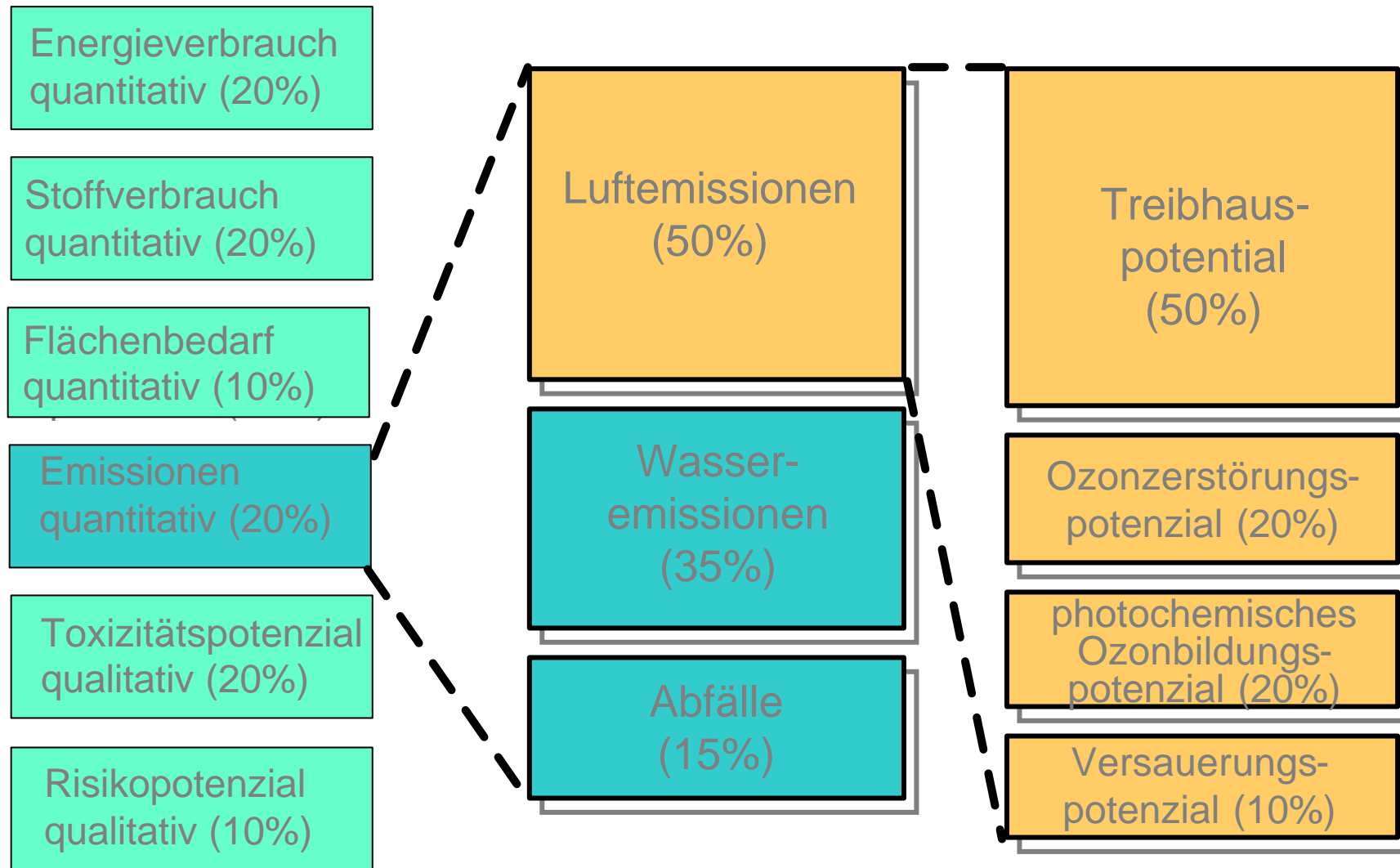
Die ermittelten Werte der Sachbilanz (Treibhauspotential, Ozonzerstörungspotential, photochemisches Ozonbildungspotential, Versauerungspotential, verschmutzte Wassermenge, Abfallmenge, Energieverbrauch und Rohstoffverbrauch) werden mit Bewertungsfaktoren zu einer Größe für die Umweltbelastungen zusammengefaßt.

Die Bewertungsfaktoren setzen sich zusammen aus:

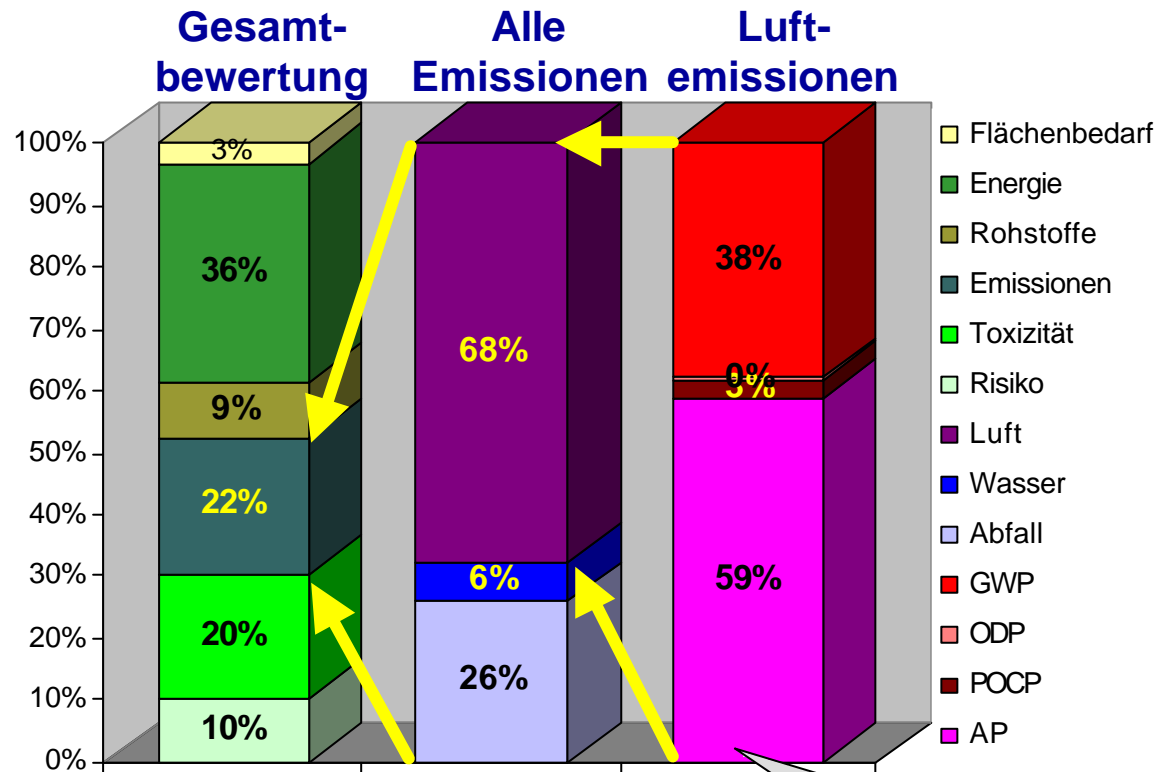
- einem gesellschaftlichen Faktor (welchen Wert legt die Gesellschaft auf die Reduzierung der einzelnen Potentiale?)
- einem Relevanzfaktor (welchen Anteil hat die betrachtete Emission an der Gesamtemission in Deutschland?)



Gesellschaftliche Bewertungsfaktoren



Berechnung der Relevanzfaktoren



Die Luftbelastung dominiert die Umweltbelastung

Versauerungspotenzial und Treibhauspotenzial dominieren bei den Luftemissionen

GWP: Treibhauspotenzial
 ODP: Stratosphärische Ozonzerstörungspotenzial
 POCP: Photochemisches Ozonbildungspotenzial
 AP: Versauerungspotenzial

