

# Inwertsetzung von Ökosystemleistungen des Waldes

**am Beispiel der Stadt Menden (Sauerland)**

Von  
Niklas Schrödel

Im Modul UPM-12

Betreuer: Volker Dubbel

# Vorstellung:

- Niklas Schrödel
- 2015 – 2020 Bachelorstudium der Forstwissenschaften in Göttingen
- Seit 2020 Masterstudium des Urbanen Baum- und Waldmanagements
- Praktikum in Menden im Oktober 2021 (4 Wochen)
  - Im Rahmen des Moduls Praxisprojekt



# Inwertsetzung von Ökosystemleistungen: Was sind Ökosystemleistungen?

## Ökosystemleistungen:

- „Direkte oder indirekte Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen, das heißt Leistungen und Güter, die dem Menschen einen direkten oder indirekten wirtschaftlichen, materiellen, gesundheitlichen oder psychischen Nutzen bringen“ – TEEB DE 2016



Ansatz des „Millennium Ecosystem Assessment (MEA)“ (2005) zu Ökosystemleistungen und ihrer Bedeutung für das menschliche Wohlergehen.  
(Quelle: TEEB DE 2016, S. 22 übersetzt und verändert nach MEA 2005 und BFN 2012)

# Inwertsetzung von Ökosystemleistungen:

## Was ist mit Inwertsetzung gemeint?

### **Inwertsetzung:**

- „Bündel von Maßnahmen, um den Nutzen der Erhaltung von biologischer Vielfalt und der Bereitstellung gesellschaftlich ausgewogener Ökosystemleistungsbündel in Entscheidungen über Art, Umfang und Intensität der Nutzung der natürlichen Ressourcen zu integrieren. ...“ – TEEB DE 2016

### **Ökonomische Bewertung:**

- „Einschätzung des Wertes eines Gutes oder einer Leistung in einem spezifischen Kontext, oft ausgedrückt in monetären Größen.“ – TEEB DE 2016

# Inwertsetzung von Ökosystemleistungen

## Ziel:

- Wert des Waldes der Bevölkerung und den Entscheidungsträgern näher bringen
- Diskussionsgrundlage für verschiedene Interessensgruppen schaffen
- Bedeutung der Forstwirtschaft bei der Bereitstellung der ÖSL herausstellen
- Vergleich mit ähnlichen Studien aus Remscheid, Solingen, Wuppertal und der Haardt

# Bewertet wurden

- **Holzerlös**
- **Nitratfilterleistung**
- **Retentionsleistung**
- **CO<sub>2</sub>-Adsorption**
- **O<sub>2</sub>-Produktion**
- **Staubfilterleistung**
- **Lärmschutz**
- **Siedlungswertsteigerung**
- **Erholungsleistung**
- **Kostenstelle Wald**
- **Artenschutz**
- **Jagd**

# Bewertung anhand

- baulicher- und technischer Alternativen
- Zahlungsbereitschaft
- Produktionsleistung/Kosten



# Holzerlös

- Bewertung anhand der Holzerlöse von 2015-2017
- Vor dem Sturmtief Friederike und den Käferschäden
- Nur 1,21% des Gesamtwertes
- Heute deutlich geringer

Ø holzernte-kostenfreier Erlös [€/a]	Fläche [ha]	Ø Nutzung 2015-2017 [Efm o.R.]	Ø Erlös [€/Efm o.R.]	Ergebnis [€/ha/a]	Quelle
<b>170.679,33 €</b>	578,28	2845	60,00 €	295,15 €	(Stadt Menden 2021b)

Tabelle 1

# Retentionsleistung: Hochwasserschutz

- Bewertung anhand baulicher Alternativen zur natürlichen Retentionsleistung des Waldes
- Beispiel Oeseteiche als lokale Hochwasserschutzmaßnahme

Oeseteiche Fassung [m³]	Baukosten [€]	m³ Retentionsvolumen [€/m³]	Infiltrationsleistung Wald [m³/ha]	Reduktionsfaktor Schaden	Quelle
60.000	781.000,00 €	13,02 €	800	80%	Puhlmann et al. (2014)
Retentionsleistung gesamt [m³]			Waldfläche Gesund und Geschädigt [ha]	Kosten [€/a]	Kosten [€/ha/a]
<b>383.443,20</b>			454,56	4.733.484,80 €	10.413,33 €
			123,72	257.667,52 €	2.082,67 €
		Gesamt	578,28	<b>4.991.152,32 €</b>	<b>12.496,00 €</b>

# CO<sub>2</sub>-Adsorption

- Berechnung: Laufender Zuwachs und der Holzdichte
- Werte des Nationalen Emissionshandels
- Senkleistung des Stadtwaldes mit Schadflächen 4.597 t CO<sub>2</sub> pro Jahr
- Im Jahr 2025 (55€ pro t/CO<sub>2</sub>) 252.847.02 €/a möglich

CO <sub>2</sub> Speicherart	Preis CO <sub>2</sub> - Zertifikat [€/t]	Senkleistung [t/ha/a]	Holzbodenfläche [ha]	Ergebnis [€/a]	Ergebnis [€/ha/a]
Oberirdische Biomasse	30,00 €	7,95	578,28	<b>137.916,56 €</b>	238,49 €
Ohne Fichte		6,96	454,56	94.863,85 €	208,69 €

# O<sub>2</sub>-Produktion:

- Berechnung anhand der O<sub>2</sub> Produktion des Waldes und den Kosten für technische Sauerstoffproduktion
- Stöchiometrische Umformung der CO<sub>2</sub>-Senkleistung zur Ermittlung der O<sub>2</sub>-Produktion
- Jährliche O<sub>2</sub>-Produktion von ca. **2,5 Mio. m<sup>3</sup> Sauerstoff**

CO <sub>2</sub> -Senke [kg/ha/a]	O <sub>2</sub> Produktion [kg/ha/a]	Umrechnungsfaktor auf [m <sup>3</sup> ]	O <sub>2</sub> -Produktion [m <sup>3</sup> /ha/a]	
7.949,81	5.723,87	1,337	<b>4.281,13</b>	
Waldfläche Menden	O <sub>2</sub> -Produktion [m <sup>3</sup> /ha/a]	Preis [€]	Ergebnis [€/a]	Ergebnis [€/ha/a]
578,28	4.281,13	0,15 €	<b>371.353,48 €</b>	<b>642,17 €</b>

Tabelle 5

# Staubfilterleistung:

- Bäume sind in der Lage Feinstaub aus der Luft zu filtern
- Pro Baum: Ca. 100 g/Feinstaub bei einem Wert von 2 €/Baum/Jahr – *Bade et al. 2008*
- Berechnung anhand der Ertragstafelwerte für die Anzahl der Einzelbäume nach *Schober (1995)* und den Werten der Einzelbäume
- Ca. 5,7 Tonnen Feinstaub werden jedes Jahr aus der Atmosphäre gezogen

Menge [kg/ha/a]	Wert [€/Baum/Jahr]	Quelle	Hektarwert [€/ha/a]	Fläche	Erlös [€]
10	2,00 €	Bade et al. (2008)	<b>250,00 €</b>	578,28	<b>144.570,00 €</b>

Tabelle 6

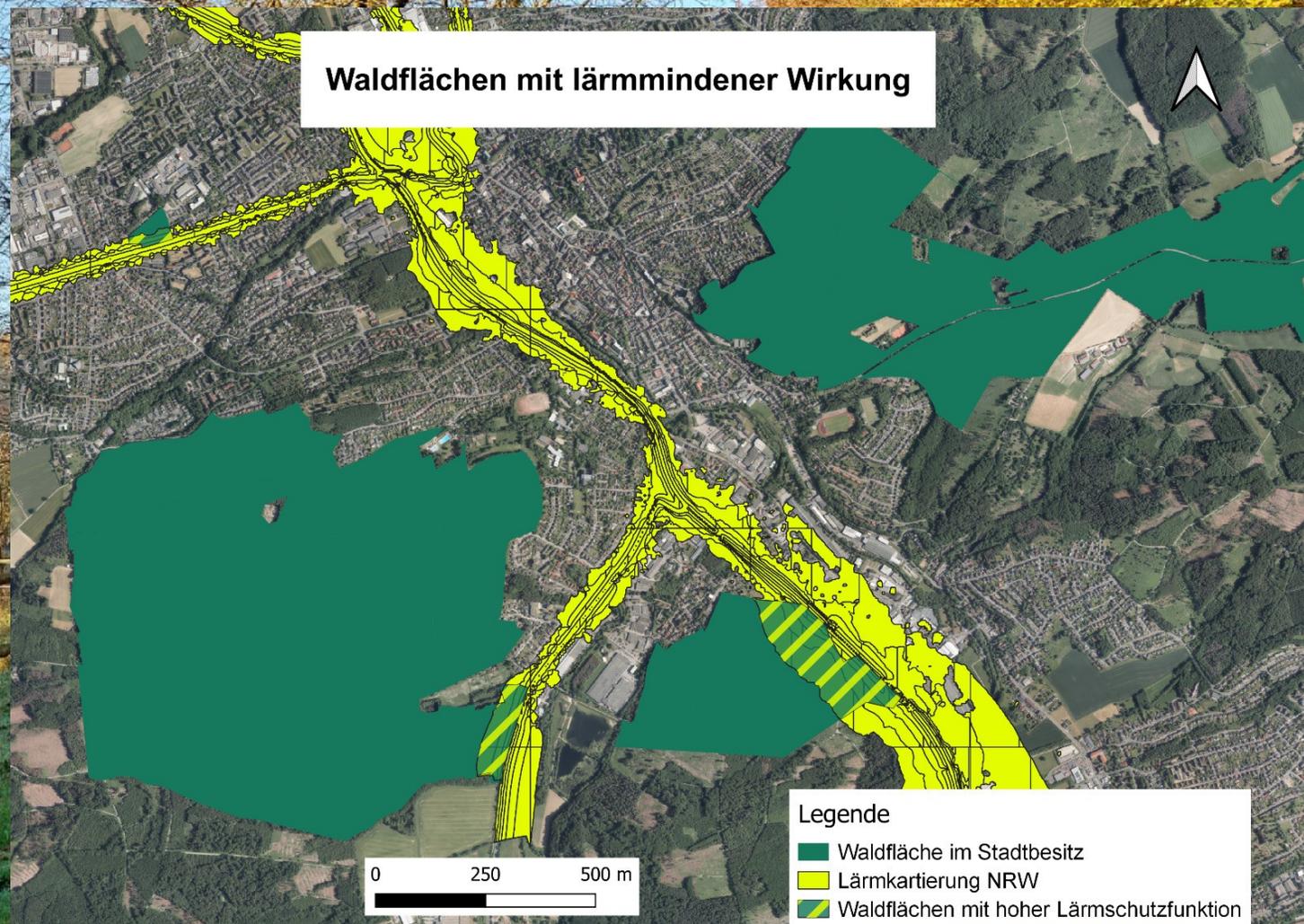
# Lärmschutz

- Waldflächen mit lärmindernder Wirkung
- Anhand der Lärmkartierung des Landes NRW
- Überschneidungen der Lärmquellen mit dem Stadtwald
  - └ Flächen mit hoher Lärmschutzfunktion
- Dennoch tragen alle Waldflächen zum Lärmschutz mit bei, nur um 50% verringert

Variante	Wert [€/ha/a]	Faktor	Quelle	Fläche	Ergebnis [€/a]	[€/ha]	Gesamt [€/a]	[€/ha/a]
Hohe Lärmschutzfunktion	71,27	1	Bergen ET AL. (1992)	20,70	1.475,12 €	71,27 €	<b>23.088,90 €</b>	<b>36,81 €</b>
Niedrige Lärmschutzfunktion		0,5		606,53	21.613,78 €	35,64 €		

Tabelle 7

# Lärmschutz



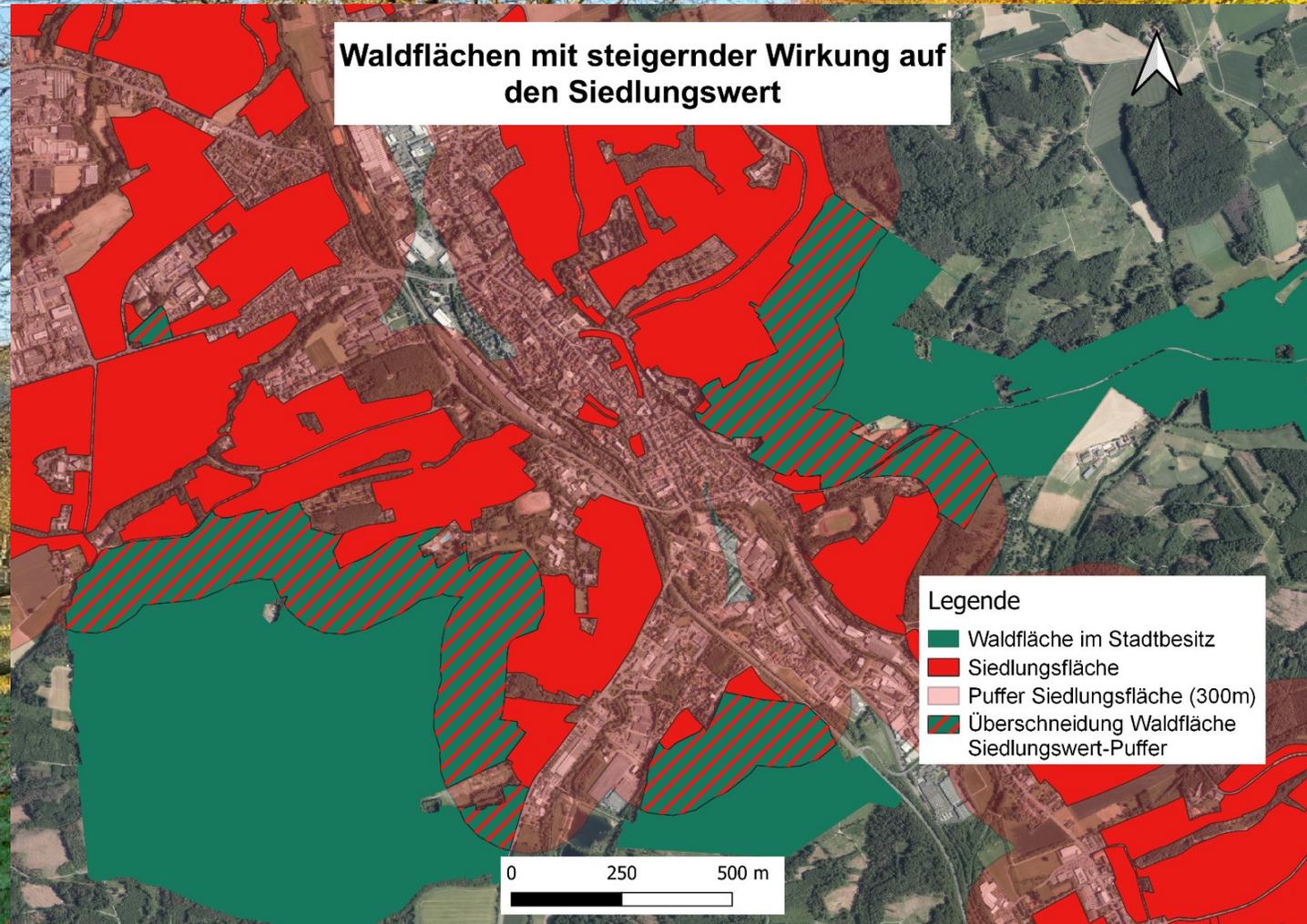
# Siedlungswertsteigerung

- Waldflächen steigern den Wert von Immobilien in der näheren Umgebung
- Übertragen auf Waldflächen ergibt sich eine Wertsteigerung von 392,67 €/ha/a – *Bergen & Pfister 1992*
- Berechnung: Verschneidung eines digitalen Puffers von 300 m um alle Siedlungsflächen mit der Waldfläche im Stadtbesitz

Wert [€/ha/a]	Quelle	Fläche in Menden [ha]	Ergebnis [€/a]	Ergebnis [€/ha/a]
392,67 €	Bergen & Pfister (1992)	192	<b>75.326,58 €</b>	<b>120,86 €</b>

Tabelle 8

# Siedlungswertsteigerung



# Artenschutz

- Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung für den Artenschutz
- Auswertung mehrerer Studien zur Zahlungsbereitschaft von Haushalten als jährliche oder monatliche Abgabe

Variante	Wert [€]	Faktor	Haushalte	Ergebnis [€/a]	Waldfläche Menden	Ergebnis [€/ha/a]
€/Haushalt/Monat	8,99	12	23.985	<b>2.587.501,80 €</b>	627,23	<b>4.125,28 €</b>
€/Haushalt/Jahr	46,25	1		<b>1.109.306,25 €</b>		<b>1.768,58 €</b>

Tabelle 9

# Erholungsleistung

- Bewertung: potentielle Zahlungsbereitschaft von Waldbesuchenden
- Auswertung mehrerer Studien (CVM, TCM)
- Wert des Waldes für die Erholung der Bürger\*innen
- Entscheidungshilfe für neue Projekte
- Rechtfertigung für Kosten
- Waldbesuch bleibt kostenlos §14 BWaldG

Variante	Wert [€]	Besucher*innen/ Besuche	Ergebnis [€/a]	Waldfläche	Ergebnis [ha/a]
Jährliche Abgabe	146,25	46.879	<b>6.856.050,09 €</b>	627,23	10.930,68 €
Tägliche Abgabe	2,46	2.893.357	<b>7.117.658,77 €</b>	627,23	11.347,77 €

# Kostenstelle Wald

Kosten für:

- Wegepflege
- Baumkontrolle
- Erholungseinrichtungen
- Verkehrssicherung
- Instandhaltung
- Umweltrunde

	Forstwirt Stunden	Kosten Forstwirt-Stunde [€]	Quelle	Kosten [€/a]	Gesamtkosten [€/a]	Gesamtkosten [€/ha/a]
Natur und Landschaftspflege	1051,25	41,45 €	KGST	43.574,31 €	<b>94.381,65 €</b>	150,47 €
Baumkontrolle	647,5			26.838,88 €		
Verkehrssicherung	578,25			23.968,46 €		
Bänke	Kosten Bank [€]	Kosten [€]			Gesamtkosten	
70	250,00 €	<b>17.500,00 €</b>			<b>111.881,65 €</b>	

# Gesamt- kalkulation

Nutzung	Erläuterung	Fläche	Wertansatz	Wert/a	Wert/ha/a	Prozentualer Anteil
Holzerlös	Holzerlös auf städtischen Flächen	578,28	60,00 €	170.679,33 €	295,15 €	1,21%
Wasser (Nitratfilterung)	Nitratfilterleistung	578,28	0,08 €	16.966,44 €	29,34 €	0,12%
Wasser (Retention)	Rückhalt von Starkniederschlägen	578,28	13,02 €	4.991.152,32 €	12.496,00 €	35,51%
CO2-Adsorption	Senkleistung des Waldes	587,28	30,00 €	137.916,56 €	238,49 €	0,98%
O2-Produktion	Sauerstoffproduktion des Waldes	578,28	0,15 €	371.353,48 €	642,17 €	2,64%
Lärmschutz	Summe hoher und niedriger Lärmschutzfunktion	20,70 606,53	71,27 €	23.088,90 €	36,81 €	0,16%
Staubfilterung	Aufnahme Feinstaub	578,28	2,00 €	144.570,00 €	250,00 €	1,03%
Siedlungswert	Wertsteigerung durch nahem Wald	192	392,67 €	75.326,58 €	120,86 €	0,54%
Erholung	Wert Tageskarte	627,23	2,46 €	7.117.658,77 €	11.347,77 €	50,64%
Artenschutz/Biodiversität	Schutzfunktion des Waldes	627,23	46,25 €	1.109.306,25 €	1.768,58 €	7,89%
Jagdpacht	jährliche Pacht Zahlungen	627,23		9.000,00 €	14,35 €	0,06%
<b>Kosten</b>						
Erholungseinrichtungen	Kosten von Bänken	627,23	250,00 € -	17.500,00 € -	27,90 €	-0,12%
Unterhalt und Pflege	Personalkosten für Pflege	627,23	41,45 € -	94.381,65 € -	150,47 €	-0,67%
<b>Gesamtsumme</b>				<b>14.055.136,97 €</b>	<b>27.061,14 €</b>	100,00%

# Sonstige Leistungen:

Können (noch) nicht monetär bewertet werden

- **Gesundheitsleistung:** positiver Einfluss von Stadtnatur auf Gesundheit und Wohlergehen
- **Temperaturregulierung:** Kaltluftproduktion, Schatten, Verdunstungskühle – Abmildern von Hitzewällen und Hitzeinseln
- **Erosionsschutz:** keine Betroffenen Flächen im Projektgebiet. Befestigen Böden und können Erosion verhindern

# Schlussfolgerung und Ausblick

- Bevölkerung weiß um den Wert der Wälder
- ermittelten Werte nicht Absolut, eher als Denkanstoß zu sehen
  - Öffentliche Wahrnehmung bestimmt die Gewichtung
- Folgestudien sollen kritisch hinterfragen
- Regierung plant eine Honorierung der Klimaschutzleistungen des Waldes
  - In diesem Zuge auch langfristig die anderer ÖSL
- Für 2022 bereits 200 Mio. € eingeplant (ca. 18 €/ha)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

# Abbildungsverzeichnis

- Hintergrund: Eigenes Foto
- Abbildung 1: ÖSL nach MEA
- Abbildung 2: Kartenausschnitt Google Maps
- Karte Lärmschutz: Eigene Darstellung
- Karte Siedlungswert: Eigene Darstellung
- Tabelle 1: Berechnung des Hölzerlöses, angepasst nach Pilz (2021)
- Tabelle 2: Berechnung des korrigierten Niederschlags und der Nitratfilterleistung, nach Paul (2020)
- Tabelle 3: Berechnung der Retentionsleistung
- Tabelle 4: Berechnung der CO<sub>2</sub>-Senkleistung, verändert nach Paul (2020)
- Tabelle 5: Berechnung der O<sub>2</sub>-Produktion, verändert nach Paul (2020)
- Tabelle 6: Berechnung der Feinstaubfilterleistung, verändert nach Sieberth (2014)
- Tabelle 7: Berechnung der Lärmschutzleistung, verändert nach Wissenberg (2019)
- Tabelle 8: Berechnung des Siedlungswertes, angepasst nach Sieberth (2014)
- Tabelle 9: Berechnung der Artenschutz- und Biodiversitätsleistung, verändert nach Wissenberg (2019)
- Tabelle 10: Berechnung der Jagdpacht
- Tabelle 11: Berechnung des Erholungswertes, angepasst nach Sieberth (2014)
- Tabelle 12: Kostenstelle Wald
- Tabelle 13: Gesamtkalkulation der Ökosystemleistungen

# Literatur:

- Bade, T.; Tonneijck, F.; Van Middendorp, B. (2008): De kroon op het werk - Werken an het juiste klimaat voor mensen en bomen. Arnhem: Triple E.
- Bergen, V.; Pfister, G. (1992): Die monetären Bewertungen von Umwelteinwirkungen einer Aufforstung. Unter Mitarbeit von V. Bergen, W. Löwenstein und G. Pfister. 2. Aufl. Frankfurt am Main: Sauerländer (Schriften zur Forstökonomie: Studien zur monetären Bewertung von externen Effekten der Forst- und Holzwirtschaft)
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2005): Ecosystems and Human Well-being. Synthesis. Washington DC: Island Press
- Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2016): Ökosystemleistungen in der Stadt – Gesundheit schützen und Lebensqualität erhöhen. Hrsg. von Ingo Kowarik, Robert Bartz und Miriam Brenck. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig.
- Paul, Carla-Friederike (2020): Inwertsetzung der Ökosystemleistungen von Wäldern - am Beispiel des Waldgebietes Haard. HAWK, Göttingen. Fakultät für Ressourcenmanagement
- Pilz, Sarah (2021): Inwertsetzung der Ökosystemleistungen von Wäldern am Beispiel der Stadt Wuppertal. HAWK, Göttingen. Fakultät Ressourcenmanagement
- Puhmann, H.; Wilpert, K. von; Sucker, C. (2013): Können Wälder sicheren Hochwasserschutz bieten? In: *AFZ-Der Wald* 13. Online verfügbar unter [https://www.researchgate.net/publication/257940871\\_Können\\_Wälder\\_sicheren\\_Hochwasserschutz\\_bieten](https://www.researchgate.net/publication/257940871_Können_Wälder_sicheren_Hochwasserschutz_bieten).
- Schober, Reinhard (1995): Ertragstafeln wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforstung. 4. Aufl. Frankfurt am Main: Sauerländer
- Sieberth, Lukas (2014): Inwertsetzung von Ökosystemleistungen. Eine objektive Bewertung auf lokaler Ebene Remscheid. Waldgenossenschaft Remscheid eG
- Stadt Menden allgemeine Informationen
- Wissenberg, Martin (2019): Inwertsetzung der Ökosystemleistungen von Wäldern am Beispiel der Stadt Solingen. Projektarbeit. HAWK, Göttingen. Fakultät für Ressourcenmanagement