

public transport accessibility and network performance in zürich and a global sample of 21 cities

öV-erreichbarkeit und netzperformance in zürich und 21 städten weltweit



dr jan scheurer, rmit/curtin university, melbourne/perth

spatial network analysis for multimodal urban transport systems (SNAMUTS)

Purpose: To assess and quantify how transport networks, in terms of geographical configuration and service levels, perform in their urban context (distribution of land use activities).

SNAMUTS was inspired by the **Space Syntax** approach (Hillier and Hanson, 1984), and the **Multiple Centrality Analysis** tool (Porta, Crucitti and Latora, 2006)

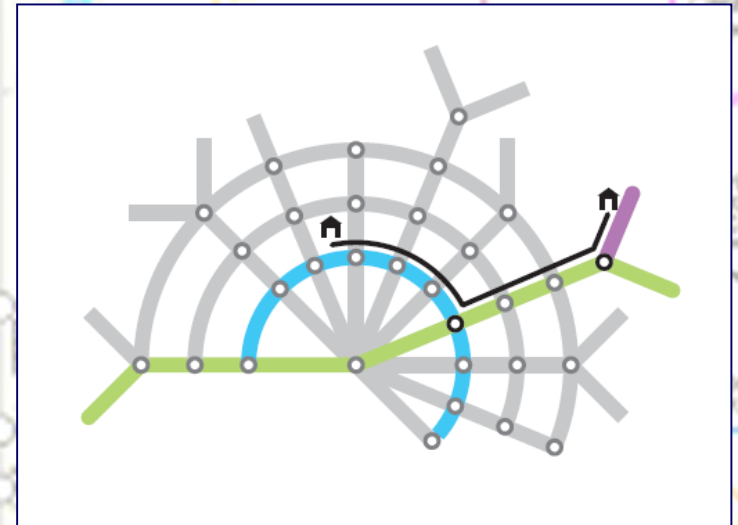
SNAMUTS is a **supply-side tool**: it does not provide predictions about usage or capacity levels. Rather it asks: **What is the role of the public transport system in facilitating movement and activity across a city region?**

Zweck: Evaluation und Quantifizierung der Funktion von Verkehrsnetzen in ihrem Siedlungskontext (Verteilung von Flächennutzungen)

SNAMUTS ist inspiriert von **Space Syntax** (Hillier and Hanson, 1984), und dem **Multiple Centrality Analysis-Instrument** (Porta, Crucitti and Latora, 2006)

SNAMUTS ist ein **angebotsorientiertes Instrument**: es versucht sich nicht an Prognosen für Fahrgastaufkommen oder Streckenkapazitäten. Statt dessen fragt es qualitativ, **wie ÖV-Systeme zur Bereitstellung von Mobilität und Aktivitäten in einer Stadtregion beitragen können.**

network connectivity netzverknüpfung



Create a 'network effect' by local optimisation to routes, good interchange facilities, high and standardised service frequencies, timetable coordination and the presence of orbital/cross-suburban routes to maximise market penetration for public transport.

Map Sources: www.railpage.com.au, www.hitrans.org

Compiling a base network Zusammenstellung eines Grundnetzes

**Spatial separation or impediment
measure:** Travel time divided by service
frequency ($d=4t/\sqrt{f}$)

Raumwiderstandsvariable: Reisezeit
geteilt durch Taktfrequenz ($d=4t/\sqrt{f}$)



Compiling a base network Zusammenstellung eines Grundnetzes

Minimum service standard (SNAMUTS 23):

20 min frequency during the weekday
interpeak, 30 min on Sat/Sun (buses,
trams)

30 min weekdays and 7 day service
(rail, ferry)

Minimaler Bedienungsstandard (SNAMUTS 23):

20 Min-Frequenz an Werktagen
(ausserhalb HVZ), 30 min on
Wochenenden (Busse, Tram)

30 min an Werktagen mit Betrieb an 7
Tagen die Woche (S-Bahn,
Regionalbahn, Fähre).



compiling a base network Zusammenstellung eines Grundnetzes

Identifying activity nodes: SNAMUTS matrix of activity nodes derived from activity centre hierarchy in strategic planning documents and from field observation. Average activity node catchments should be between 10,000 and 20,000 residents and jobs.

Definition von Aktivitätsknoten: SNAMUTS errichtet eine Matrix aus Aktivitätszentren, die aus der Zentrenhierarchie in Planungsdokumenten und Ortsbegehungen abgeleitet wird. Im Durchschnitt leben und arbeiten etwa 10,000 bis 20,000 Menschen im Einzugsbereich eines Aktivitätsknotens.



6 key snamuts indicators

**Closeness
Centrality**
Zentralität der Nähe
'Ease of Movement'
'Raumwiderstand'

Degree Centrality
**Zentralität
des Grades**
'TransferIntensity'
'Umsteigeintensität'

**30-minute
Contour Catchment**
**Einzugsbereich
der 30-Min-
Reisezeitkontur**

**Betweenness
Centrality**
**Zentralität der
Zwischenlage**
'Geographical Distribution of
Travel Opportunities'
'Geografische Verteilung
von Reisegelegen-
heiten'

**Network
Resilience**
Netzbelastbarkeit
'Identifying Squeeze Points
and Underused Potential'
'Identifizierung von
Problembereichen
und untergenutzten
Potenzialen'

**Nodal
Connectivity**
Netzverknüpftheit
'Attractiveness for PT-oriented
Land Use Intensification'
'Attraktivität für ÖV-
orientierte Stadtent-
wicklung'

overview of snamuts indicators

- 1. Service intensity:** *How much operational input is required to run the network at the defined minimum service standard?*
Bedienungsintensität: *Wieviel Betriebsaufwand ist notwendig, um das Netz im definierten Mindestbedienungsstandard zu betreiben?*
- 2. Closeness centrality:** *What is the ease of movement between a node and the rest of the network?*
Zentralität der Nähe: *Wie hoch ist der Raumwiderstand zwischen einem Knotenpunkt und dem Rest des Netzes?*
- 3. Degree centrality:** *How many transfers separate a node from the rest of the network?*
Zentralität des Grades: *Wie viele Umsteigevorgänge trennen einen Knotenpunkt vom Rest des Netzes?*
- 4. Catchment size of 30-minute travel time contour:** *How many residents and jobs are accessible within half an hour?*
Einzugsbereich der 30-Minuten-Reisezeitkontur: *Wie viele Einwohner und Arbeitsplätze sind innerhalb einer halben Stunde erreichbar?*

overview of snamuts indicators

5. **Betweenness centrality:** *How are travel opportunities geographically distributed across the network?*

Zentralität der Zwischenlage: *Wie verteilen sich Reisegelegenheiten geografisch über das Netz?*

6. **Network Resilience:** *Where on the network can we find mismatches between route or node significance and level of service?*

Netzbelastbarkeit: *Wo im Netz gibt es Ungleichgewichte zwischen der Bedeutung von Strecken oder Knotenpunkten und der angebotenen Beförderungskapazität?*

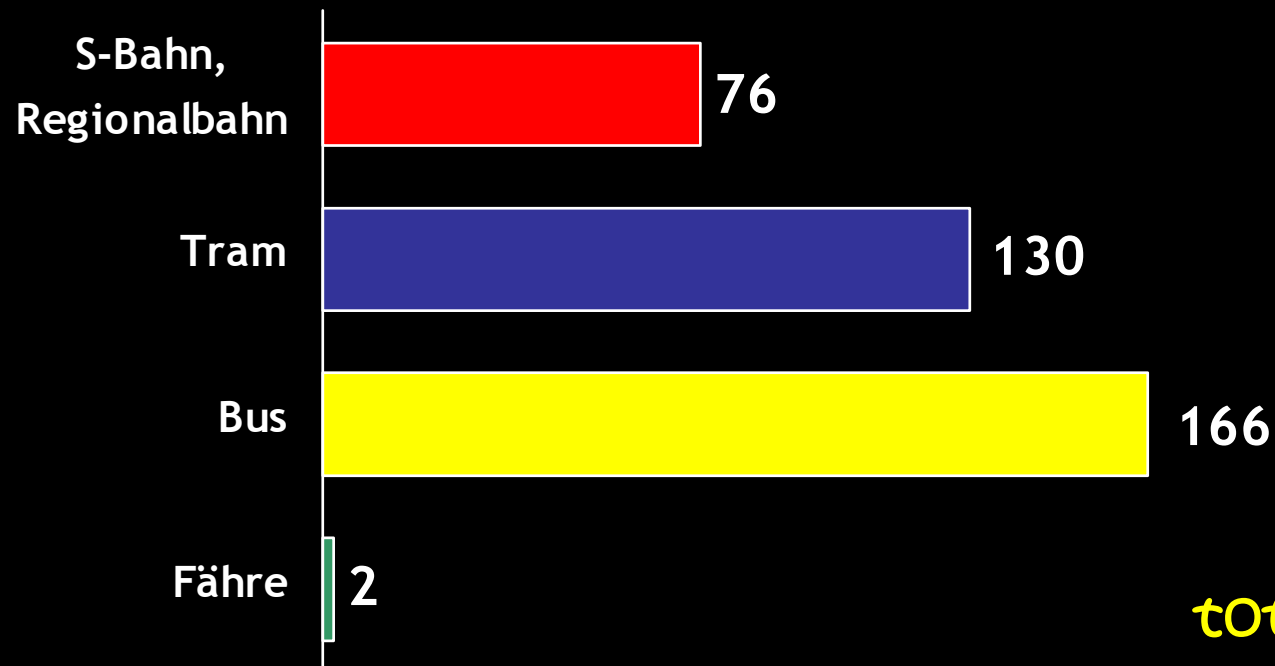
7. **Nodal connectivity:** *How are activity centres placed to act as hubs for the network?*

Netzverknüpftheit: *Inwieweit funktionieren städtische Aktivitätszentren auch als Netzknotenpunkte?*

Zürich: service intensity bedienungsintensität

Number of vehicles/train sets required in simultaneous operation for the minimum standard network (SNAMUTS 23)

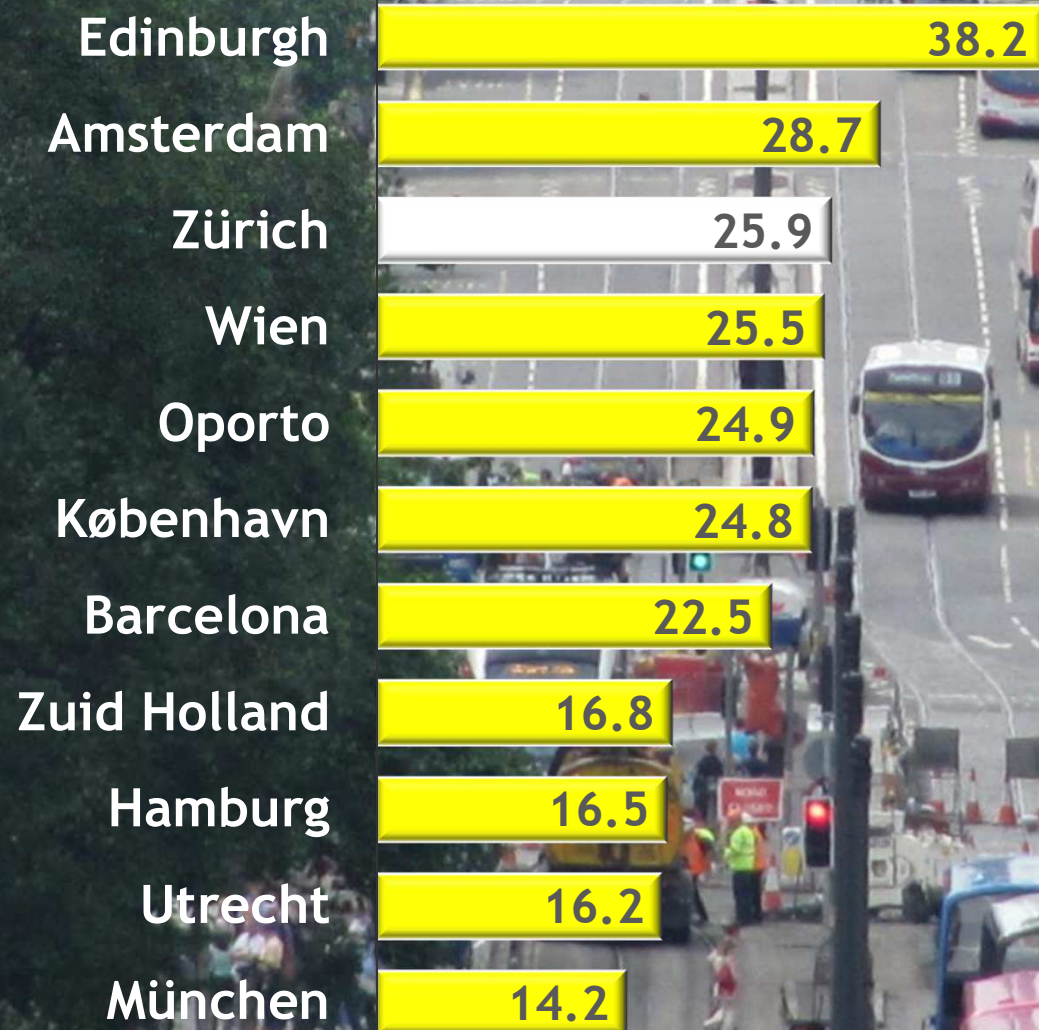
Anzahl der Fahrzeuge/Züge in gleichzeitigem Fahrgastbetrieb innerhalb des Mindestbedienungsstandard-Netzes (SNAMUTS 23)



total: 373

25.9 per 100,000 pop
(2011)

Comparison of service intensity Vergleich der Bedienungsintensität



service intensity:

what does and what doesn't this index tell us?

bedienungsintensität: was lernen wir
von diesem index – und was nicht?

Operational efficiency: Networks dominated by slow modes (especially buses) tend to require greater operational input (in number of vehicles/drivers) than networks dominated by fast modes (especially light or heavy rail).

Performance expectation: Does a higher outlay of operational resources consistently result in better public transport accessibility and network performance?

Betriebliche Effizienz: Netze, die von langsamen Verkehrsmitteln dominiert sind (insbesondere Bussen) benötigen in der Regel einen größeren betrieblichen Aufwand (nach Fahrzeuganzahl and Fahrpersonalbedarf) als Netze, die von schnellen (insbesondere Schienen-) Verkehrsmitteln dominiert sind

Aber: Resultiert eine Erhöhung des Einsatzes betrieblicher Mittel automatisch in einer Verbesserung der ÖV-Erreichbarkeit und Performance des Netzes?

why does edinburgh have by far the highest service intensity figure?



warum hat edinburgh die bei weitem höchste bedienungsintensität?



high dependence on buses;
deregulation regime leads to
Competition between operators

hohe abhängigkeit von bussen;
deregulierung führt zu wettbewerb
zwischen mehreren betreibern

why does munich have the lowest service intensity figure?



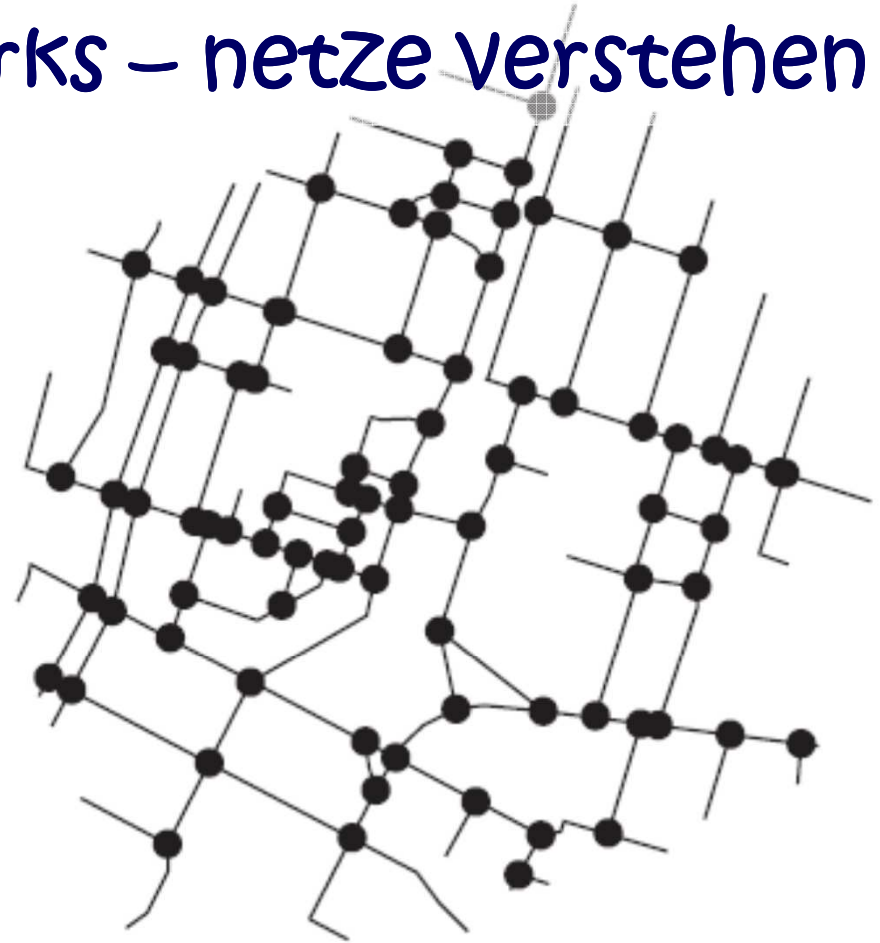
warum hat münchen die niedrigste bedienungsintensität?



frugal network planning: avoidance of parallel rapid rail and surface routes, high reliance on rail, relatively low frequencies

sparsame netzplanung:
vermeiden von parallelen schnellbahn- und oberflächenstrecken, hohe bedeutung von schienenverkehrsmitteln, relativ niedrige taktfrequenzen

understanding networks – netze verstehen



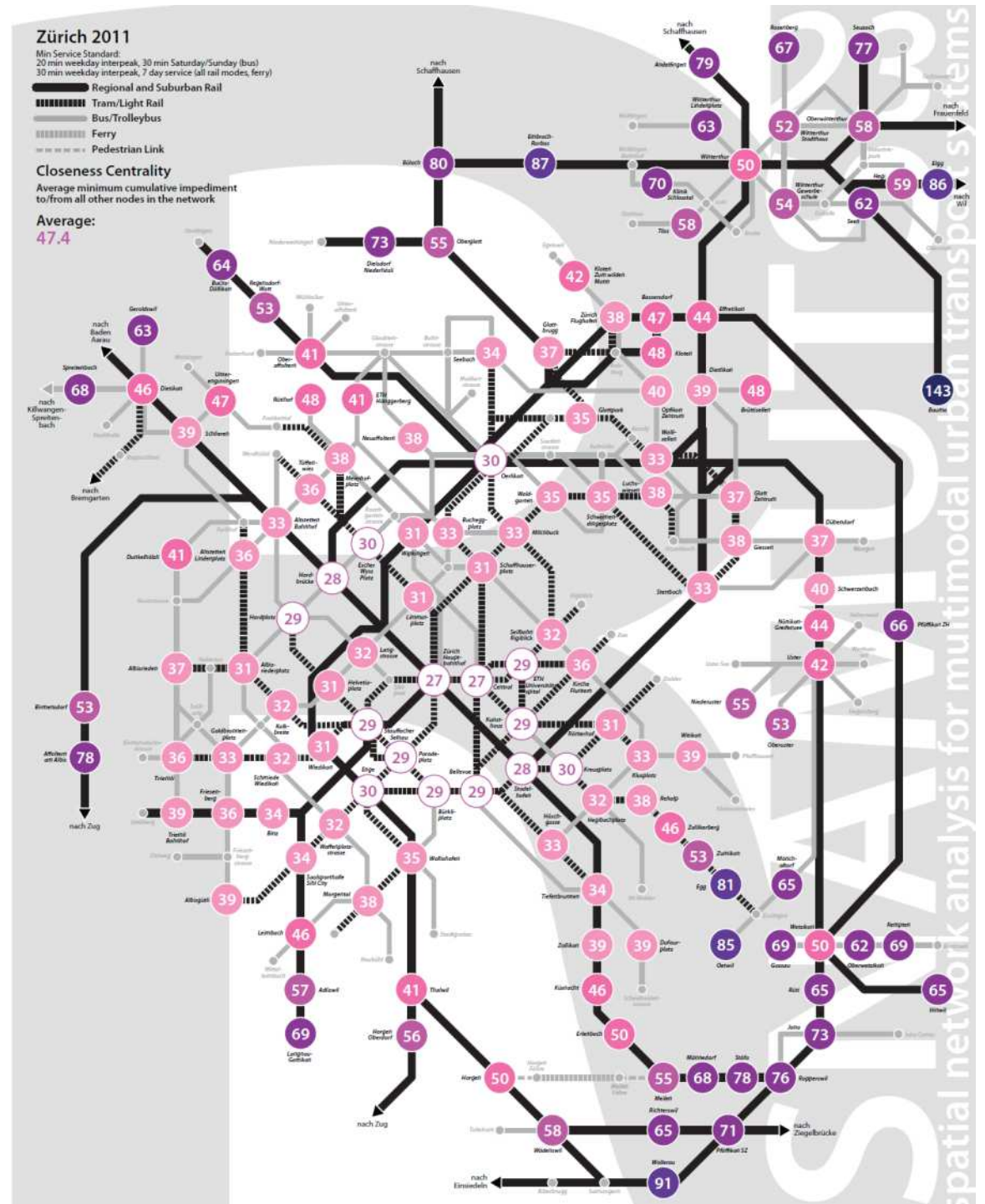
Networks have **topological properties** (how many degrees of separation from A to B) and **metric properties** (how many units of distance/impediment from A to B)

Netze haben **topologische Eigenschaften** (wieviele Grade der Trennung zwischen A und B) und **metrische Eigenschaften** (wieviele Maßeinheiten von Distanz/Raumwiderstand zwischen A und B)

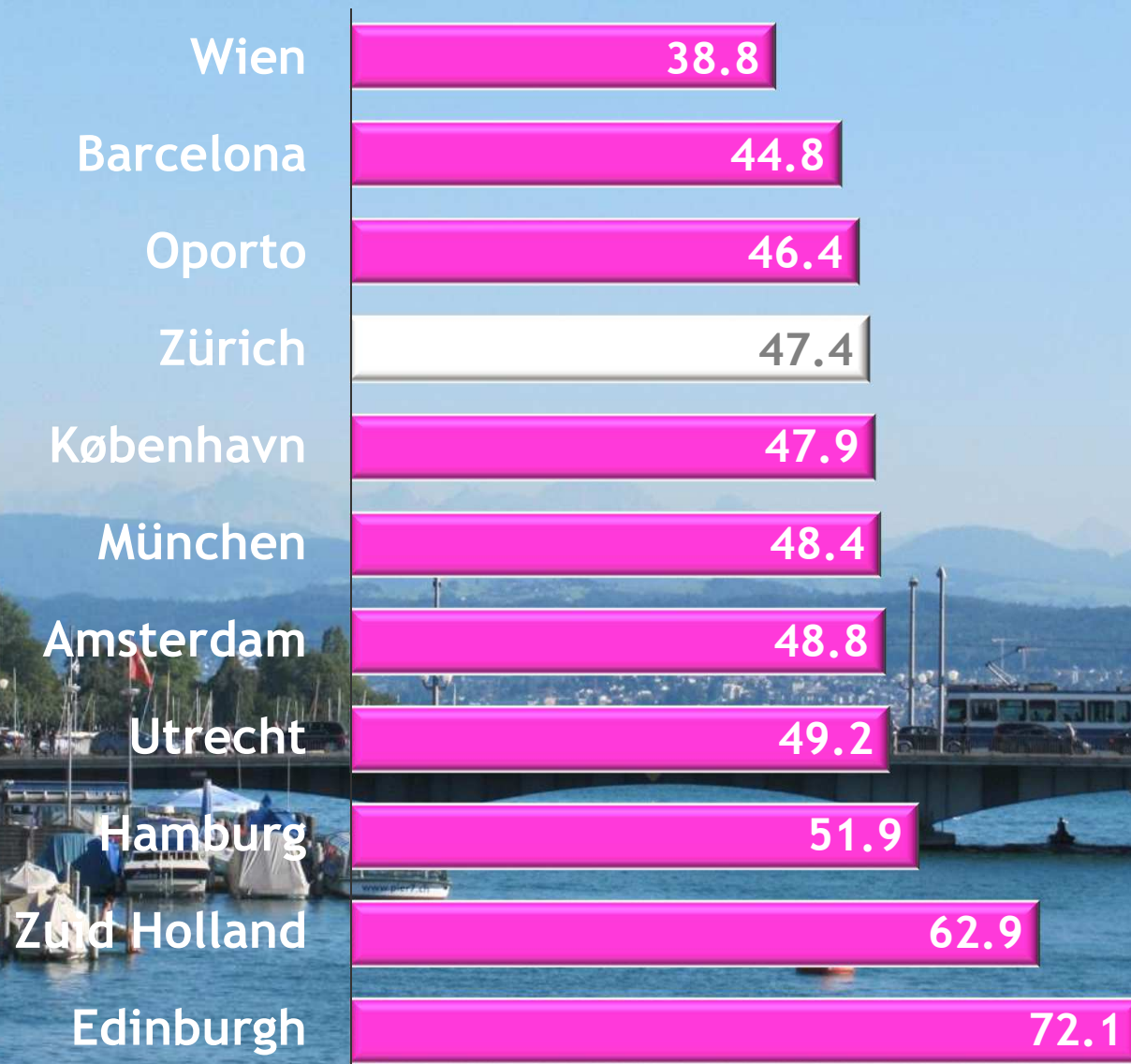
Source: Porta, Crucitti and Latora 2006

closeeness centrality Zentralität der nähe

What is the ease of movement
across the network?
Wie hoch ist der
Raumwiderstand im Netz?
[lower values indicate better
accessibility performance]
[niedrigere Werte stehen für
bessere Erreichbarkeit]



Comparison of average closeness centrality Vergleich durchschnittlicher Zentralität der Nähe

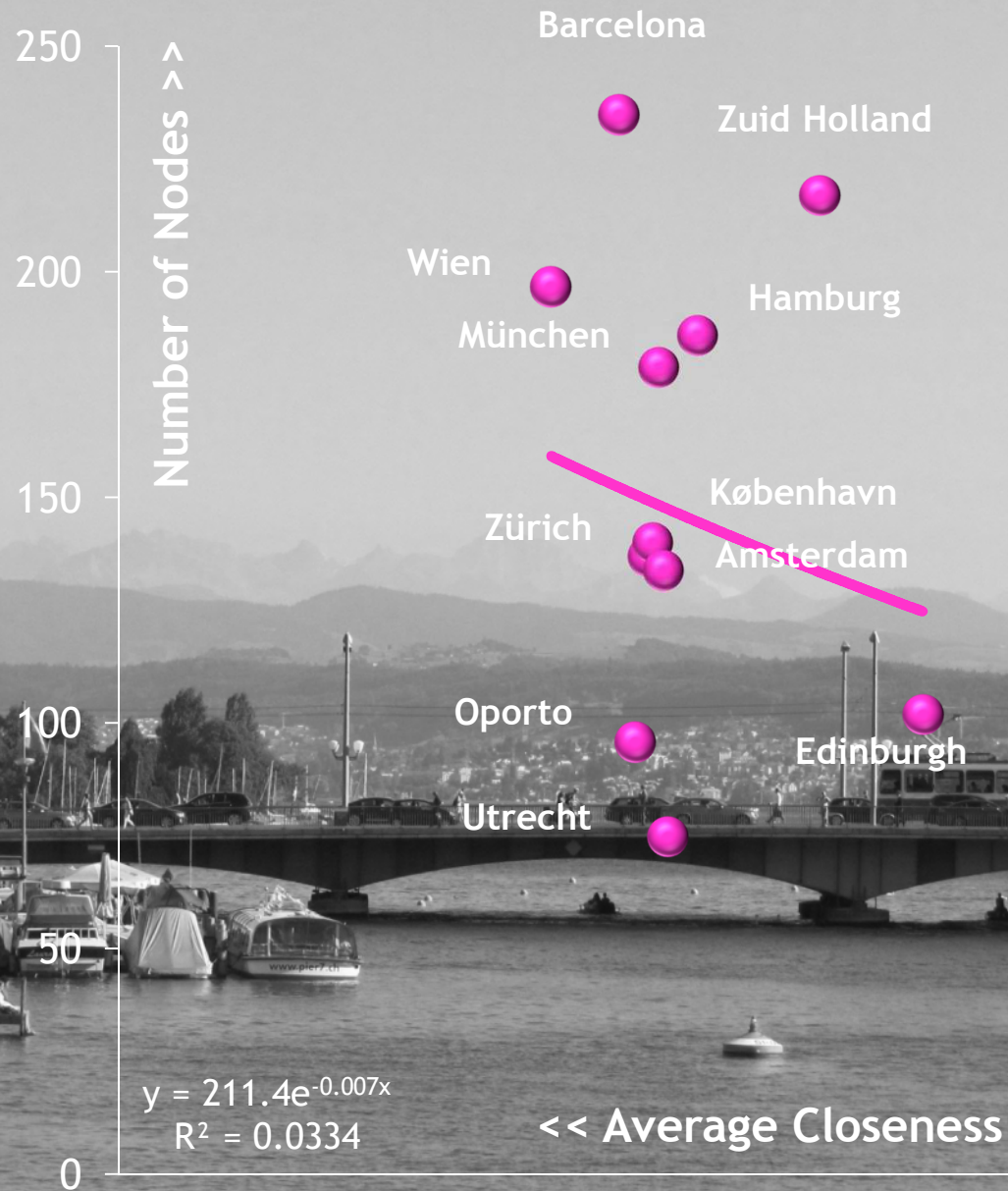


in larger networks, should we expect
to typically find higher (poorer)
average closeness results?

sollten wir erwarten, dass in
größeren netzen normalerweise auch
höhere durchschnittliche
reisewiderstände auftreten?

Closeness Centrality and network size

Zentralität der Nähe und Netzgröße



Closeness Centrality:

what does and what doesn't this index tell us?

Zentralität der Nähe: was lernen wir
von diesem index - und was nicht?

Ease of movement: Closeness scores are a spatial separation measure for the activity centre network. They are inflated by:

- (1) dispersed settlement patterns,
 - (2) detours forced by geographical barriers or missing links,
 - (3) slow travel speeds,
 - (4) low service frequencies,
- or a combination of several of the above.

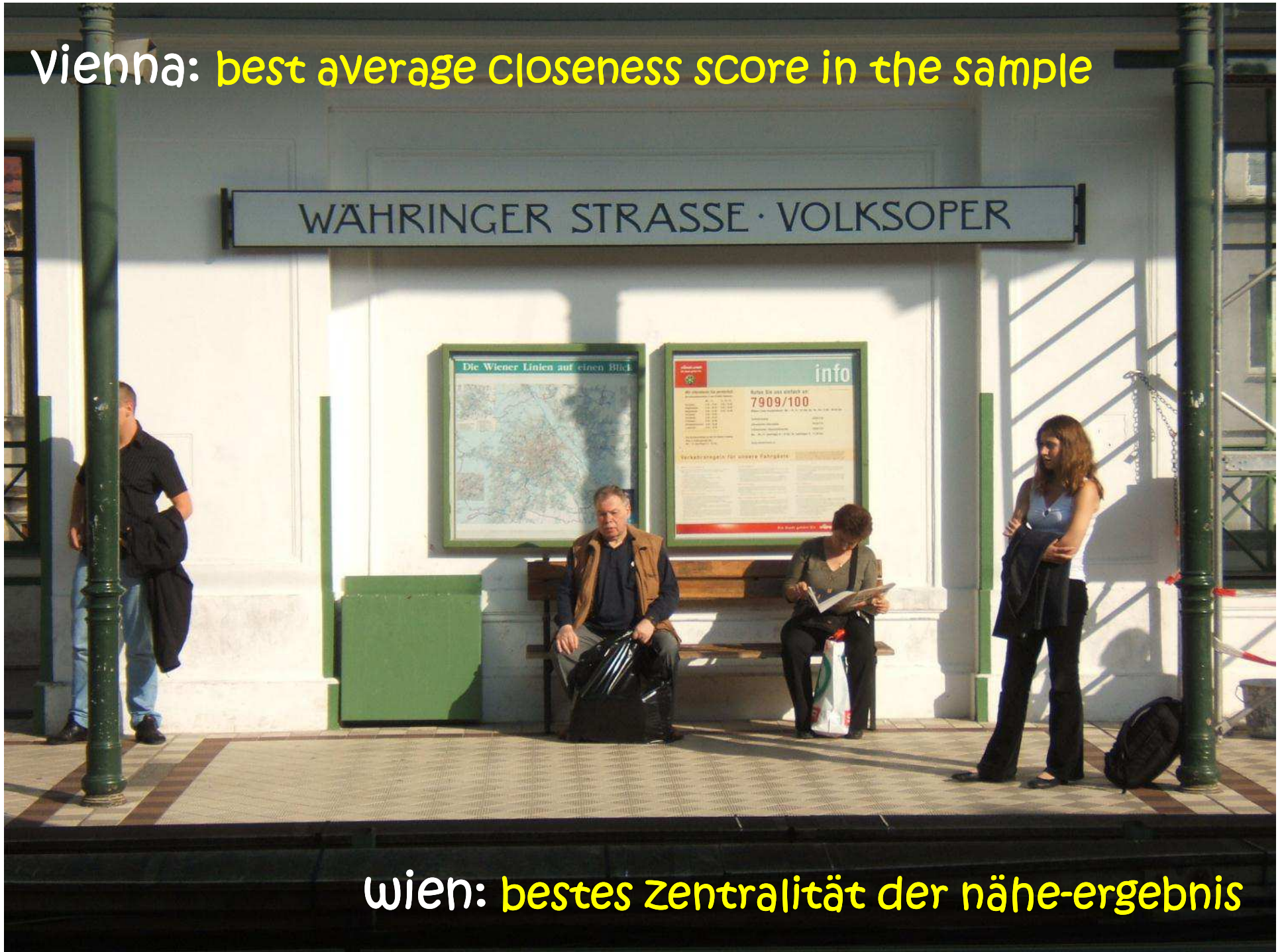
Why do three cities come out with 'breakout performances' from an otherwise quite even field on this index?

Raumwiderstand: Die Ergebnisse sind eine Maßeinheit für räumliche Trennung im Aktivitätszentrennetz. Sie steigen infolge von:

- (1) verstreuten Siedlungsstrukturen,
 - (2) Umwegen, die durch geografische Barrieren oder 'missing links' verursacht werden,
 - (3) langsamen Betriebsgeschwindigkeiten,
 - (4) niedrigen Taktfrequenzen,
- oder einer Kombination mehrerer dieser Faktoren.

Warum treten drei Stadtregionen durch extreme Ergebnisse aus einem ansonsten eher homogenen Feld hervor?

Vienna: best average closeness score in the sample



wien: bestes zentralität der nähe-ergebnis

Compact and contiguous urban form/activity centre network, high service intensity, good penetration of urban area by rapid rail modes with 5-min frequencies

WAHRINGER STRASSE · VOLKSOPER



Kompakte und räumlich zusammenhängende Stadtstruktur, hohe Bedienungsintensität, gute Durchdringung des Stadtgebiets mit Schnellbahnen im 5-minuten-takt

zuid holland: **second poorest average closeness score**



zuid holland:
zweitschlechtestes Zentralität der Nähe-ergebnis

polynuclear form with many spatially separated settlement cores, low service intensity, limited rapid rail network with frequencies of 10 min or greater



polynukleare regionalstruktur
mit vielen räumlich separaten siedlungskernen,
niedrige bedienungsintensität, begrenztes schnellbahnnetz
mit typischen taktfrequenzen von 10 min oder mehr

edinburgh: poorest closeness score in the sample



edinburgh: schlechtestes Zentralität der Nähe-ergebnis

high reliance on buses with slow average speeds, limited rail network with typical 30-min frequencies, lack of integrated fares discourages transfers

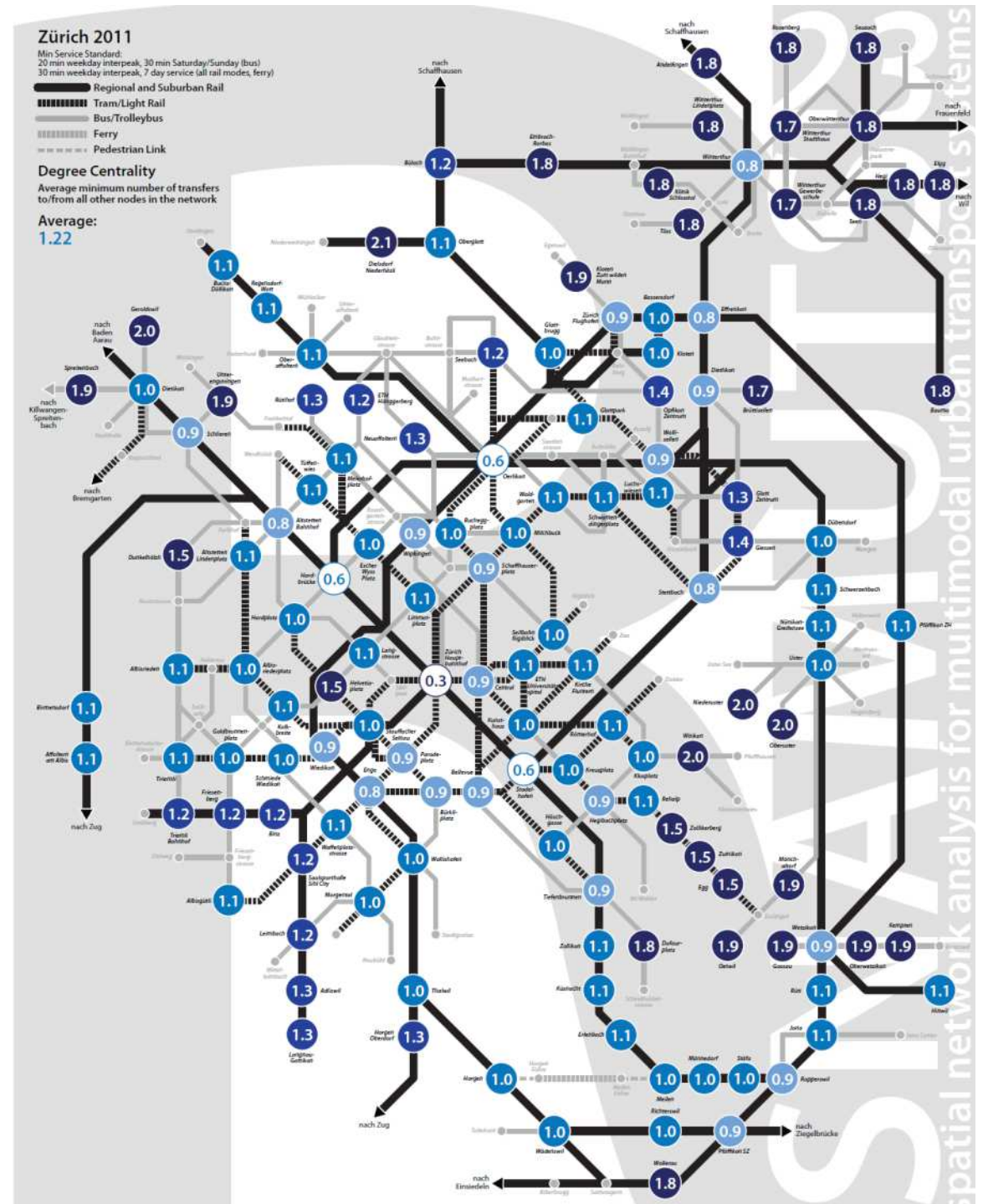


hohe abhängigkeit von bussen mit niedrigen reise-geschwindigkeiten, sehr begrenztes schienennetz mit typischen 30-min-frequenzen, mangelnde tarifintegration setzt preissignale gegen umsteigen

degree centrality Zentralität des grades

What is the transfer intensity of
the network?
Wie hoch ist die
Umsteigeintensität des Netzes?

[lower values indicate better
accessibility performance]
[niedrigere Werte stehen für bessere
Erreichbarkeit]



Comparison of average degree Centrality Vergleich durchschnittlicher Zentralität des Grades



degree centrality:

what does and what doesn't this index tell us?

Zentralität des grades: was lernen wir
von diesem index – und was nicht?

Network organisation: Is the public transport network organised around a modal hierarchy (higher transfer intensity)?

Or do the networks of modes with different performance coexist (compete?) in spatial terms (lower transfer intensity)?

Network Density: are most activity nodes accessible by both radial routes and orbital routes (lower transfer intensity)?

Or is there a significant number of nodes only accessible by short feeder routes to larger centres (higher transfer intensity)?

Netzorganisation: Ist das ÖV-Netz als Verkehrsmittelhierarchie organisiert (höhere Umsteigeintensität)?

Oder koexistieren (konkurrieren?) Verkehrsmittel mit unterschiedlichen Eigenschaften in räumlichem Sinne (niedrigere Umsteigeintensität)?

Netzdichte: sind die meisten Aktivitätszentren sowohl durch radiale als auch tangentielle Linien erschlossen (niedrigere Umsteigeintensität)?

Oder gibt es eine bedeutende Anzahl an Zielen, die nur durch kurze Zubringerlinien zu größeren Zentren erreichbar sind (höhere Umsteigeintensität)?

degree centrality:

what does and what doesn't this index tell us?

Zentralität des grades: was lernen wir
von diesem index – und was nicht?

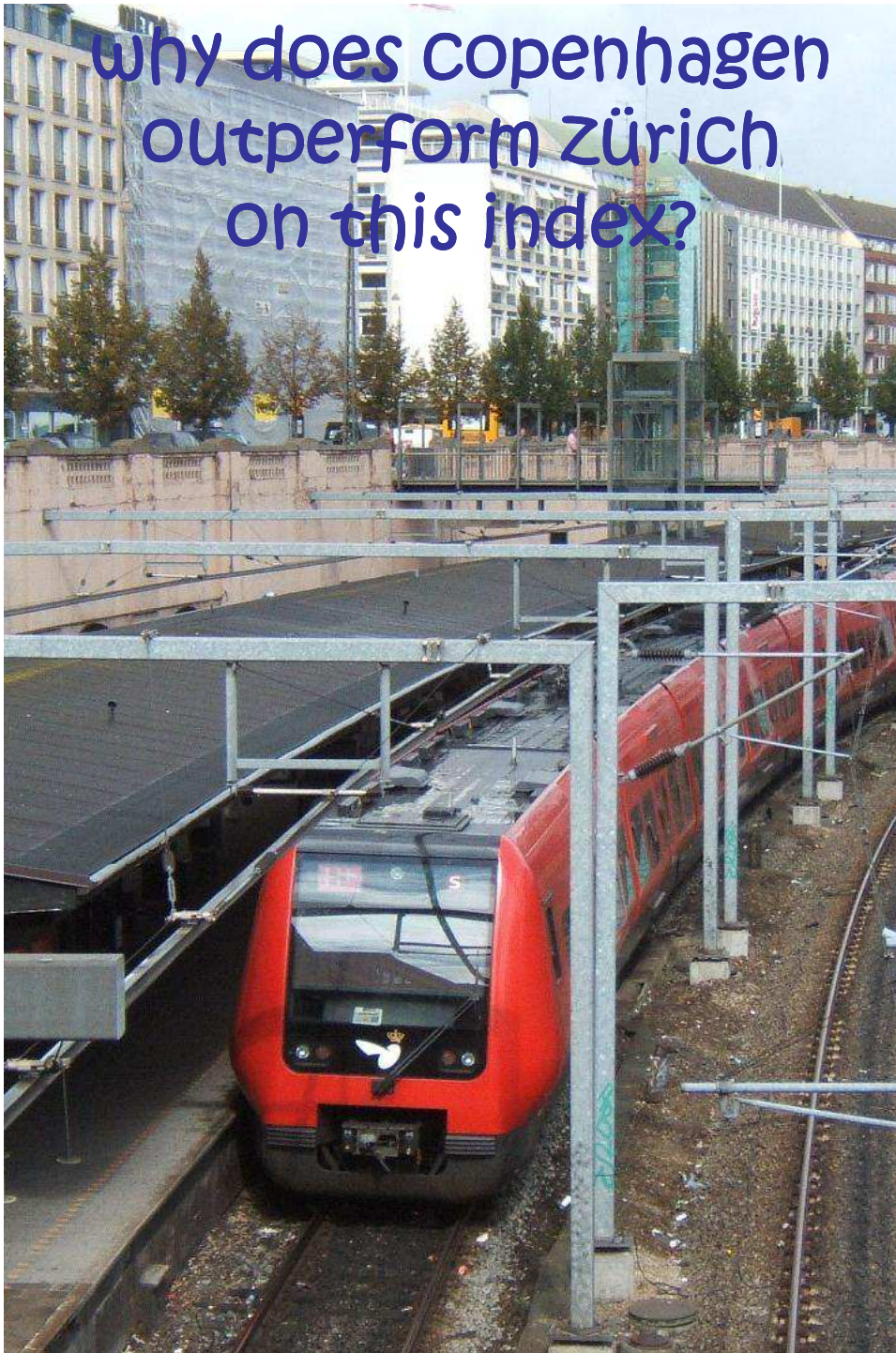
Regional settlement pattern:

Relative self-containment of intra-urban public transport networks in polycentric agglomerations produces low transfer intensity at a local scale, but higher transfer intensity at a regional scale.

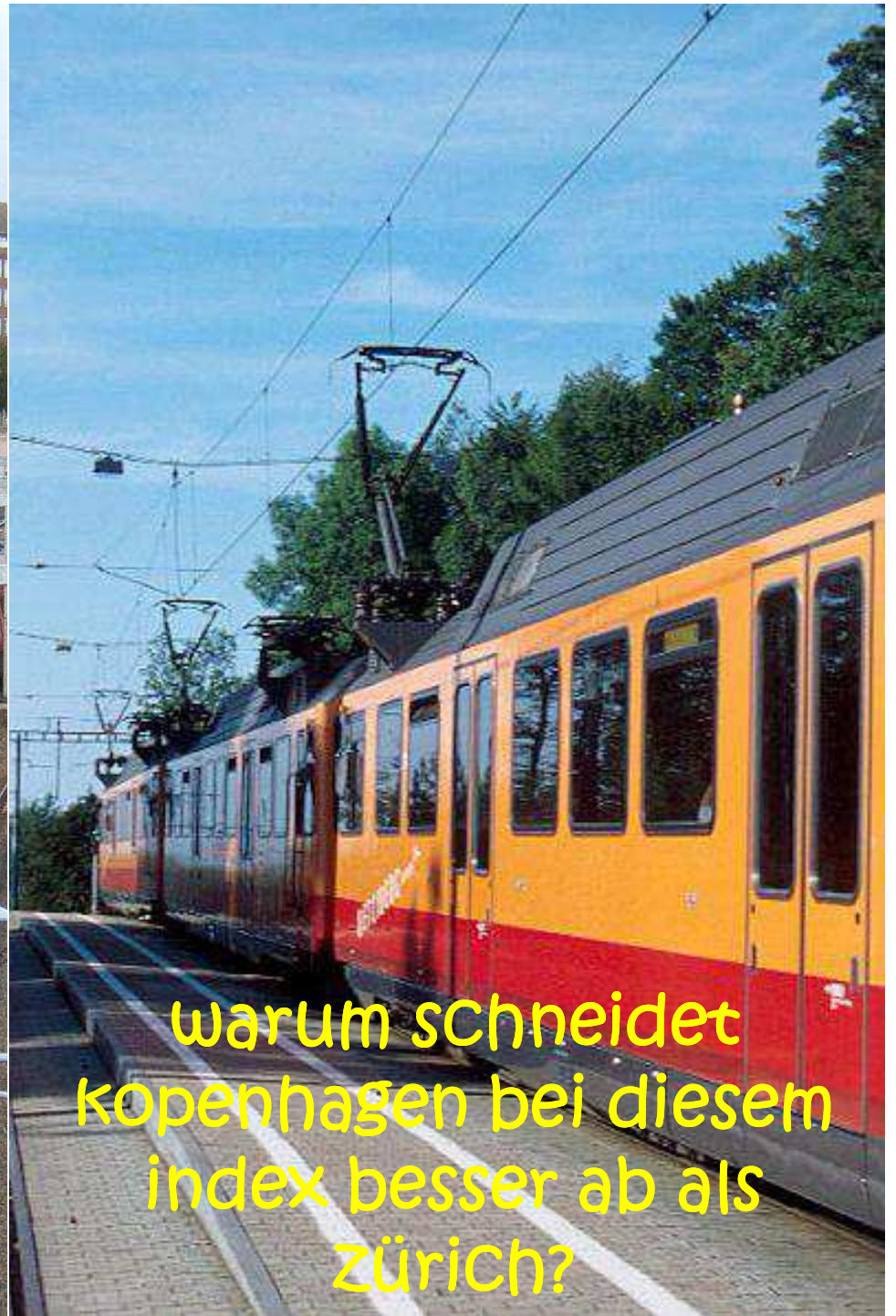
Regionale Siedlungsstruktur :

Die relative Eigenständigkeit lokaler ÖV-Netze in polyzentrischen Agglomerationen produziert eine niedrige Umsteigeintensität im Nahbereich, aber eine hohe Umsteigeintensität auf regionaler Ebene.

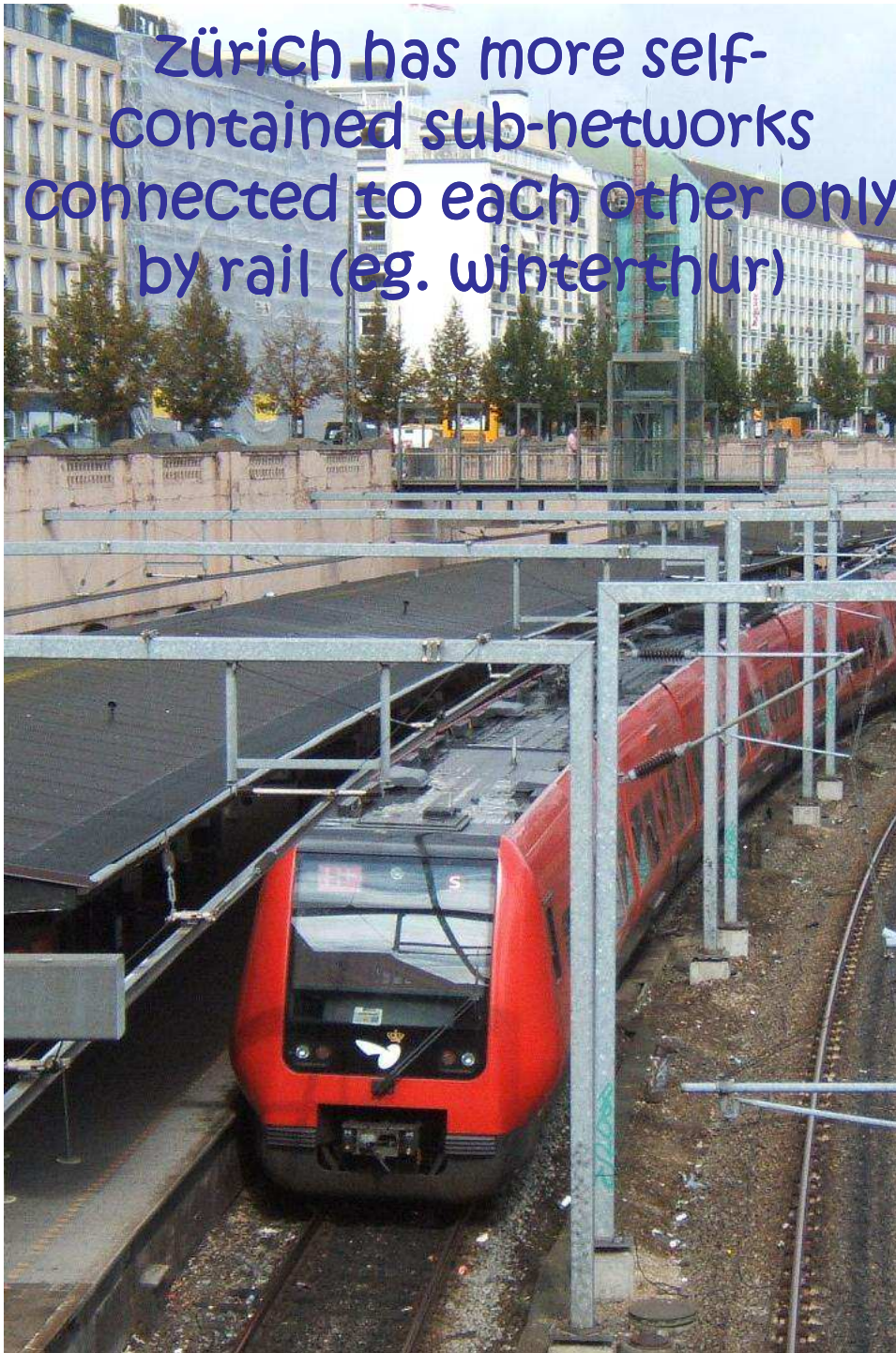
why does copenhagen
outperform zürich
on this index?



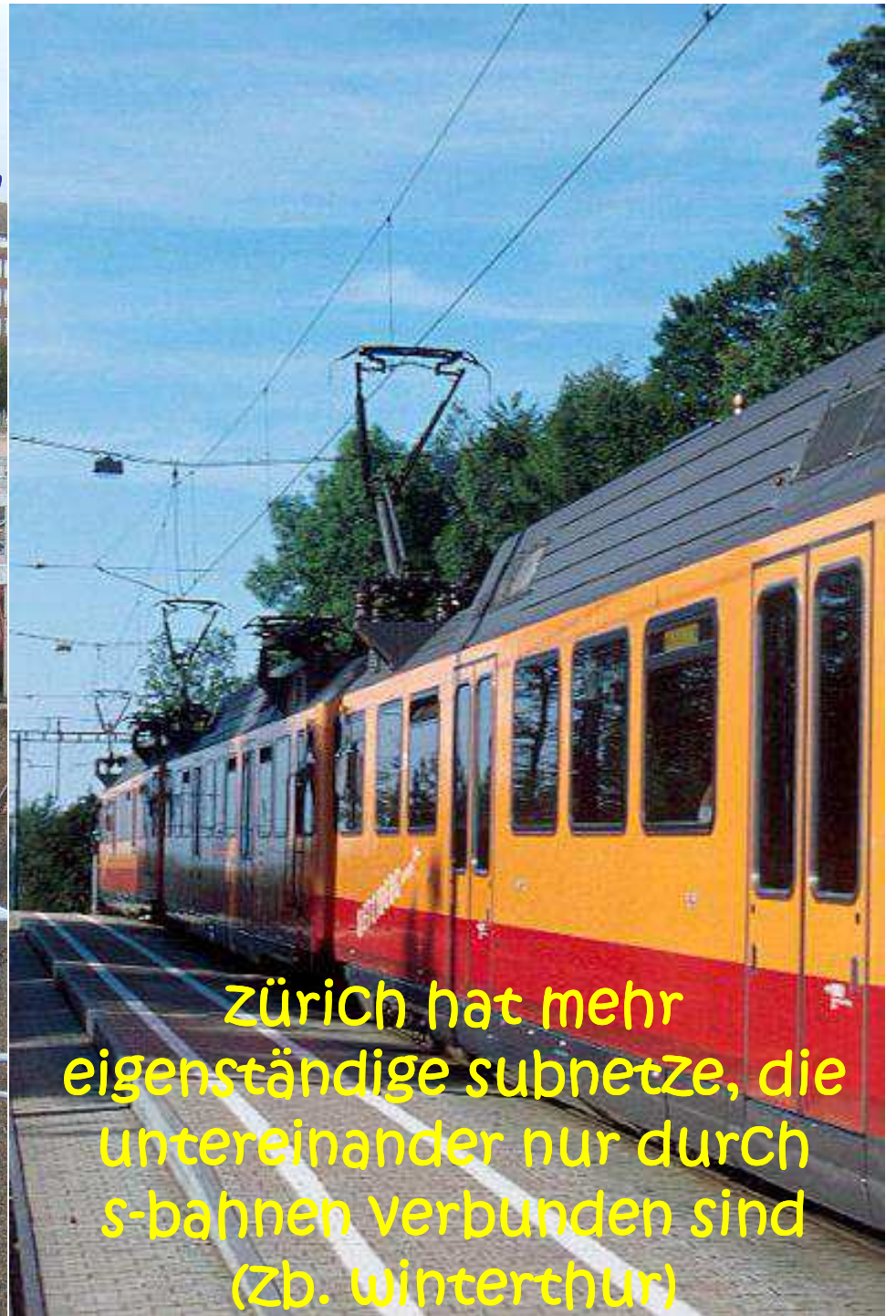
warum schneidet
kopenhagen bei diesem
index besser ab als
zürich?

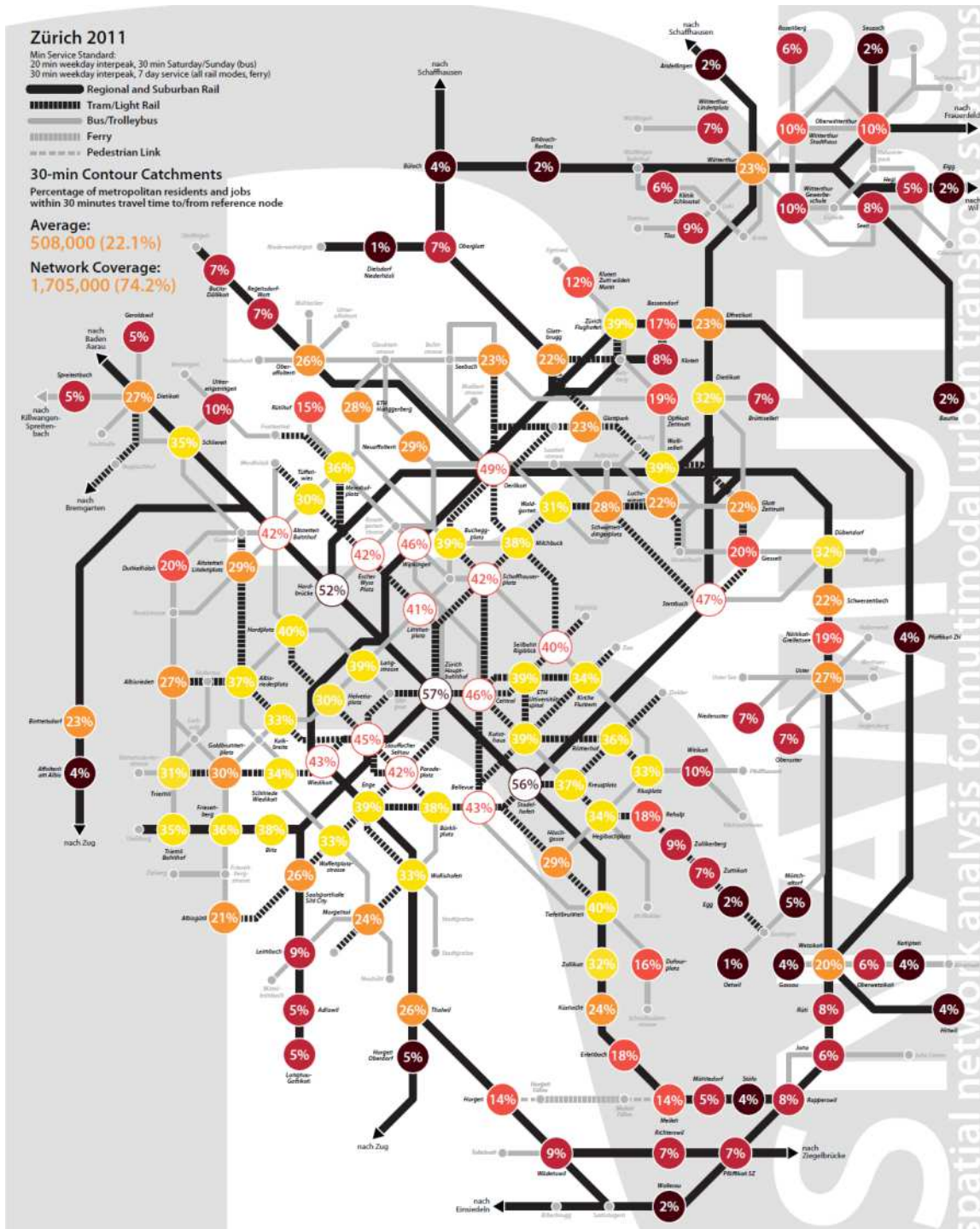


zürich has more self-contained sub-networks connected to each other only by rail (eg. winterthur)



zürich hat mehr eigenständige subnetze, die untereinander nur durch s-bahnen verbunden sind (Zb. winterthur)





Contour catchments reisezeit- konturen

How many residents and jobs
 can you access within 30
 minutes from each activity
 node?

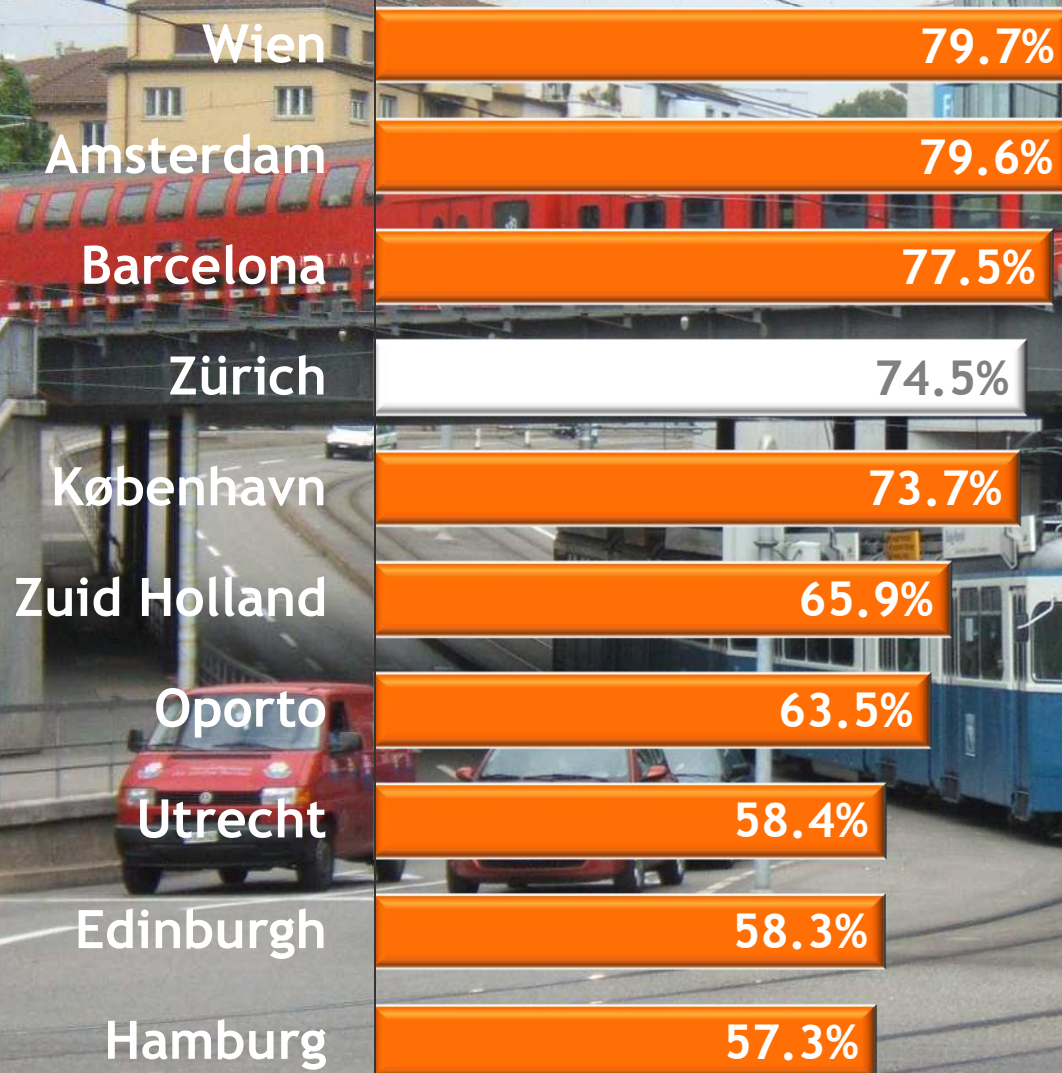
Wieviele Einwohner und
 Arbeitsplätze sind von jedem
 Knotenpunkt aus in 30 Minuten
 erreichbar?

Some assumptions:

One transfer is allowed within 30
 min, but only between services that
 both run at least every 15 min

A flat deduction applies for making
 the transfer, equivalent to the actual
 average transfer time across the
 network (6.7 minutes in Zurich)

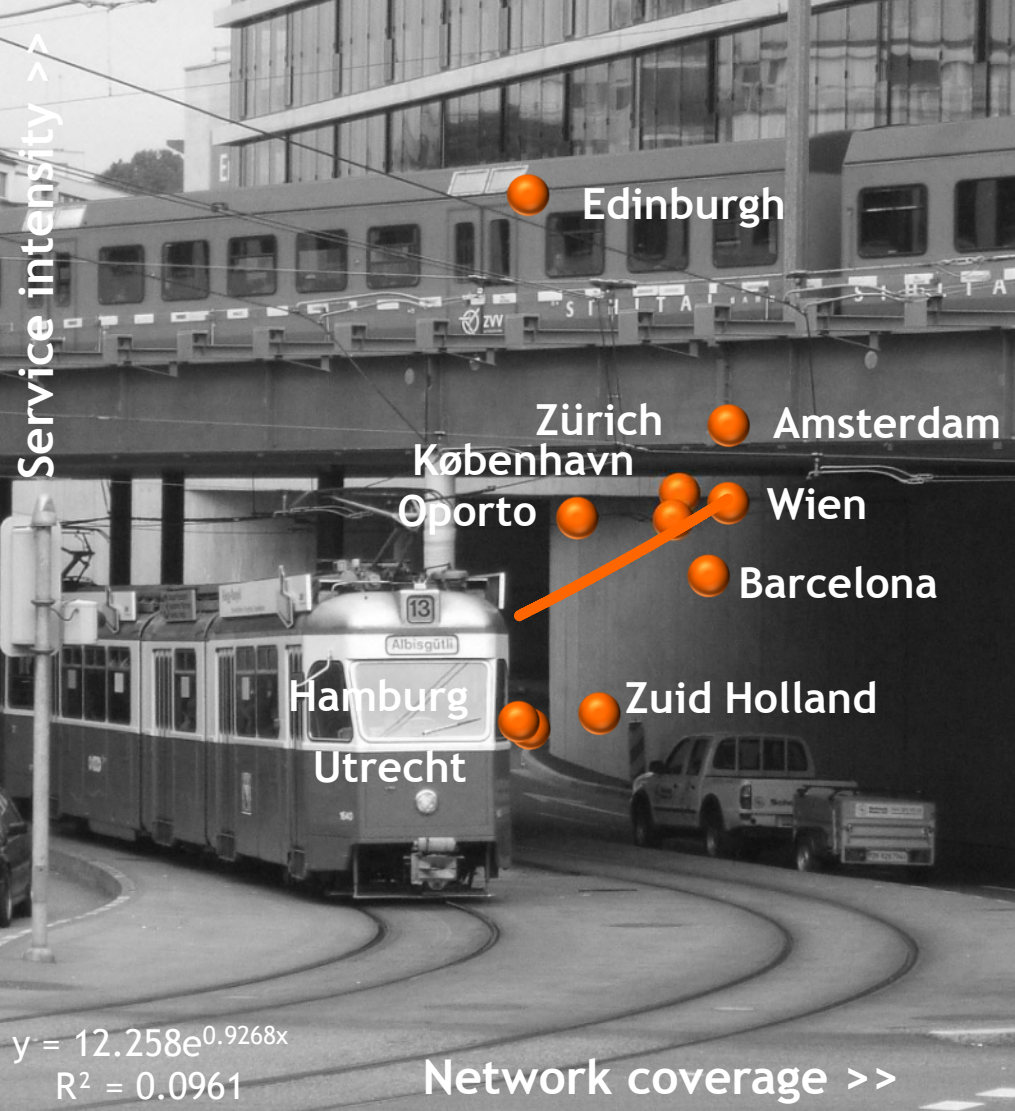
Comparison of network coverage Vergleich der netzausdehnung



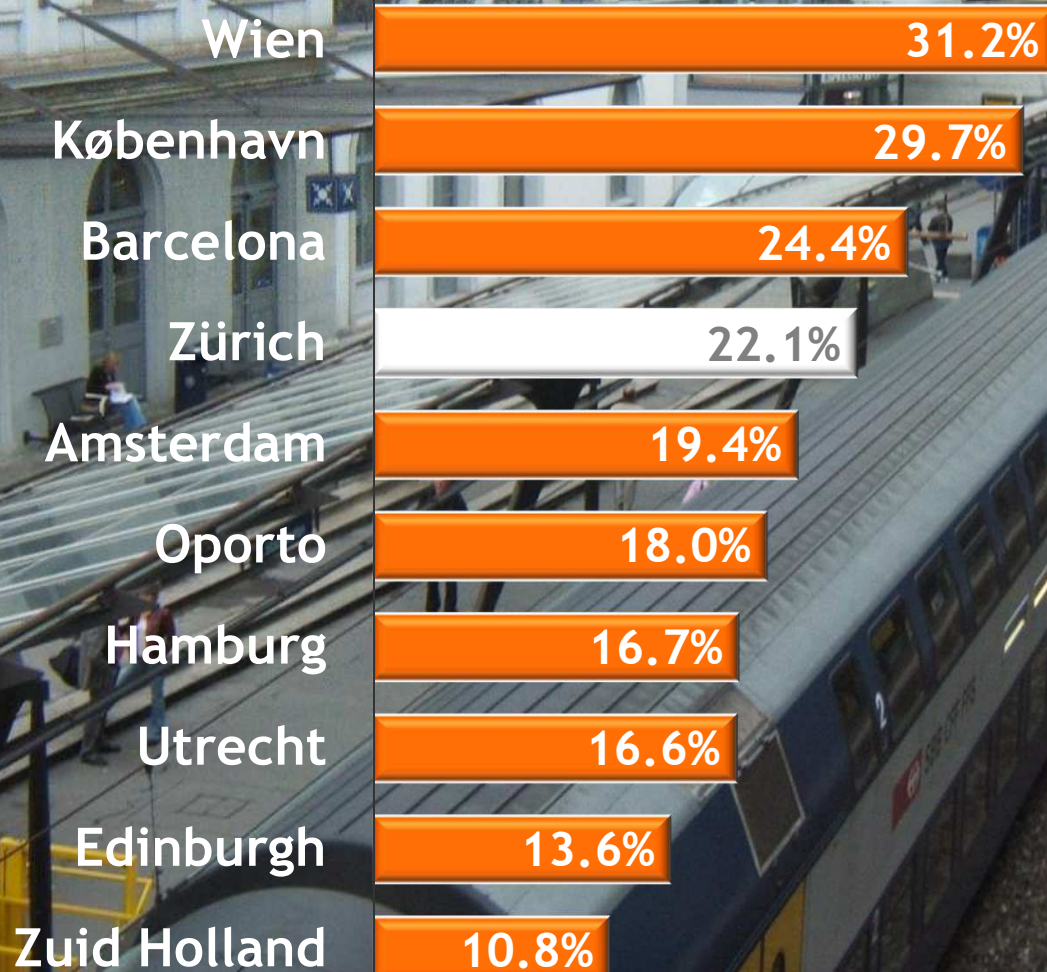
network coverage should go up
proportionally to service intensity –
right?

die netZausdehnung sollte doch
proportional zur bedienungs-
intensität steigen – oder?

network coverage and service intensity netZausdehnung und bedienungsintensität



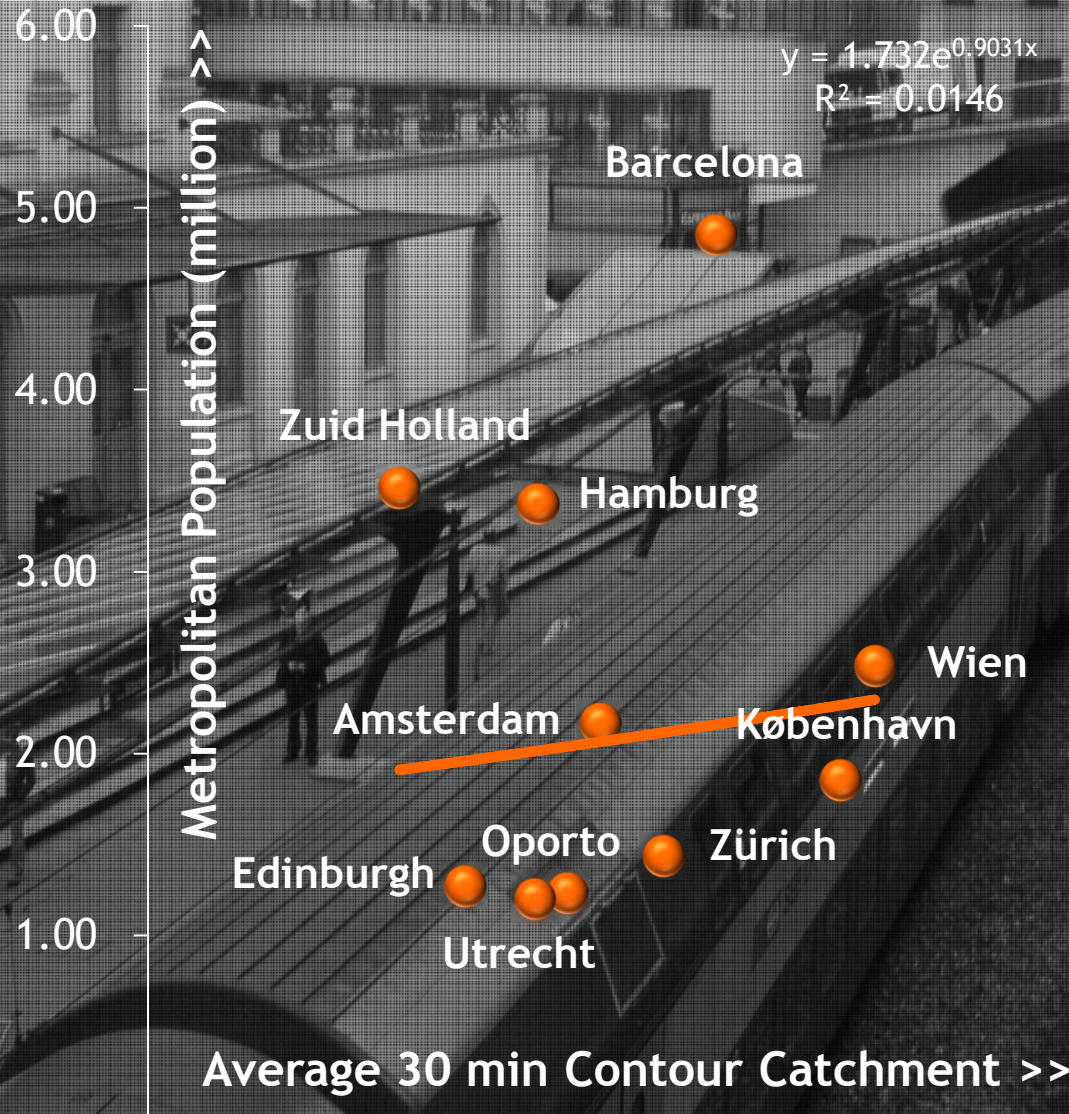
Comparison of average 30-min contour catchments Vergleich durchschnittlicher 30-min-kontureinzugsbereiche



average contour catchments must surely be correlated to total population size – as in, the larger the city, the smaller the average relative contour catchment...

kontur-einzugsbereiche hängen doch sicher mit der gesamt-einwohnerzahl zusammen – je größer die stadt, desto kleiner der durchschnittliche (prozentuale) einzugsbereich...

Contour Catchments and population size kontureinzugsbereiche und einwohnerzahl



network coverage and contour catchments: what do and what don't these indexes tell us? netZausdehnung und kontur-einZugsbereiche: was lernen wir von diesen indexen – und was nicht?

Network coverage describes the quantity of people with access to public transport, while the **contour catchment measure** expands this with a qualitative message (how many people can you access within 30 minutes?)

Network coverage thus serves as a **proxy for the commitment of decision makers** across a metropolitan area to provide a certain level of public transport (in spatial terms).

The contour catchment assesses how successfully such commitment translates into the **practical penetration of the settlement area** with useful public transport journey paths.

Netzausdehnung beschreibt die Anzahl/ den Anteil der Menschen mit Zugang zum ÖV, während der **Kontureinzugsbereich** noch eine qualitative Dimension hinzufügt (wieviele Menschen sind in 30 Minuten erreichbar?)

Die Netzausdehnung repräsentiert daher auch die **Bereitschaft von Entscheidungsträgern** in der Stadtregion, einen bestimmten ÖV-Erschließungsstandard (im räumlichen Sinne) anzubieten.

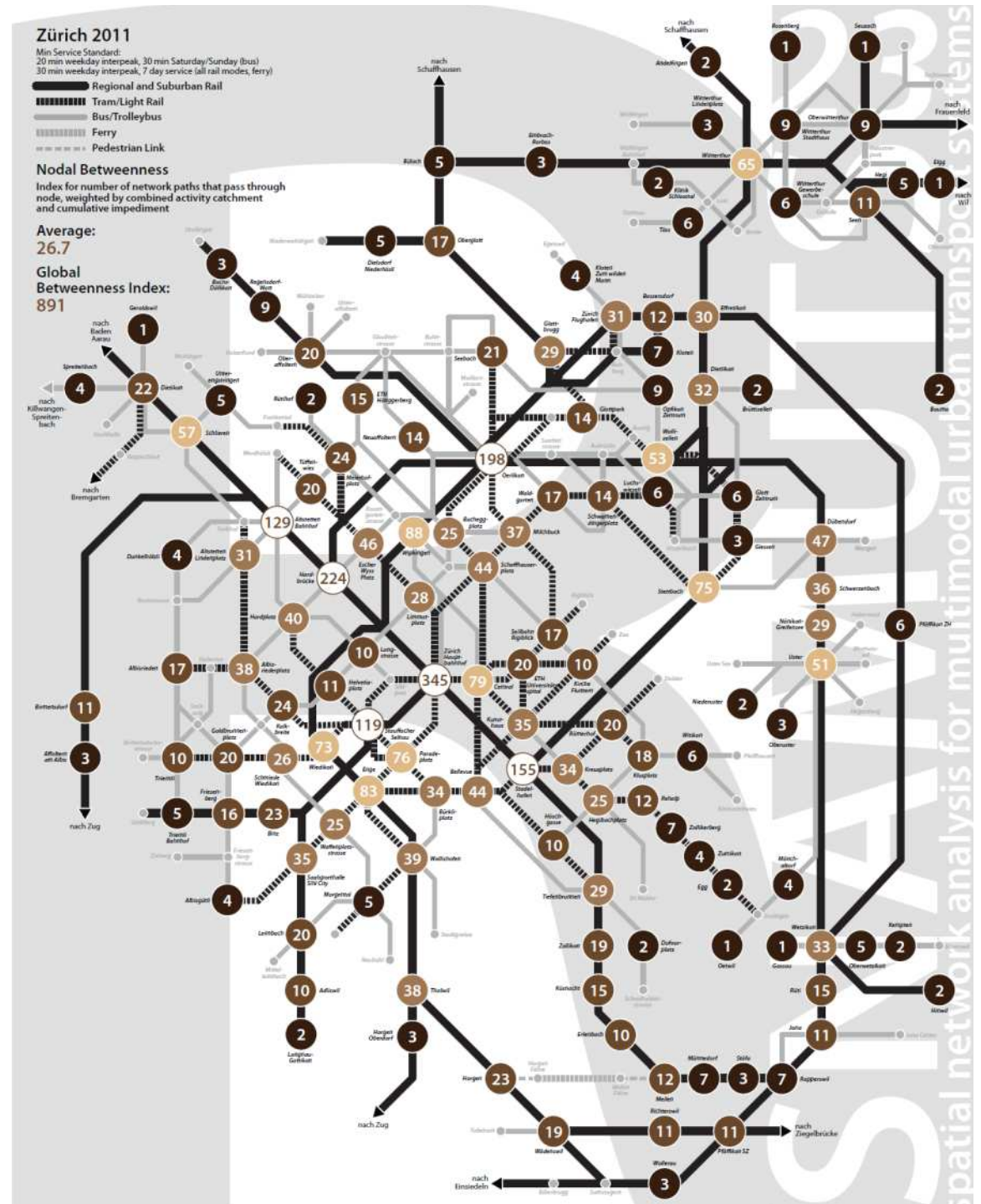
Der Kontureinzugsbereich untersucht, inwieweit eine solche Bereitschaft sich auch in der **Durchdringung des Siedlungsraums** mit praktischen ÖV-Reisegelegenheiten niederschlägt.

betweenness centrality Zentralität der Zwischenlage

How are travel opportunities distributed across the network?
Wie sind Reisegelegenheiten über das Netz verteilt?

Betweenness centrality defines preferred travel paths between each pair of nodes, and counts them at nodes and route segments to determine their strategic significance

Die Zentralität der Zwischenlage definiert für jedes Knotenpunktpaar einen bevorzugten Reiseweg, und zählt diese entlang dazwischenliegender Streckensegmente und Knotenpunkte, um deren Bedeutung für das Netz als Ganzes zu ermitteln.



betweenness centrality: what does and what doesn't this index tell us? Zentralität der Zwischenlage: was lernen wir von diesem index – und was nicht?

Public transport 'movement energy':
Betweenness centrality attempts to quantify the presence of public transport opportunities in each centre, and across the metropolitan area, as well as visualise how this presence flows across the network.

Balanced and unbalanced nodes/places, stressed locations and routes: Betweenness can help identify pressures on network elements originating from either their land use or their transport function (or both in conjunction).

ÖV-'Bewegungsenergie': Der Zwischenlage-Index quantifiziert die Präsenz von ÖV-Reisegelegenheiten in jedem Aktivitätsknoten und in der gesamten Metropolregion, und visualisiert den Fluss dieser Präsenz durch das Netz.

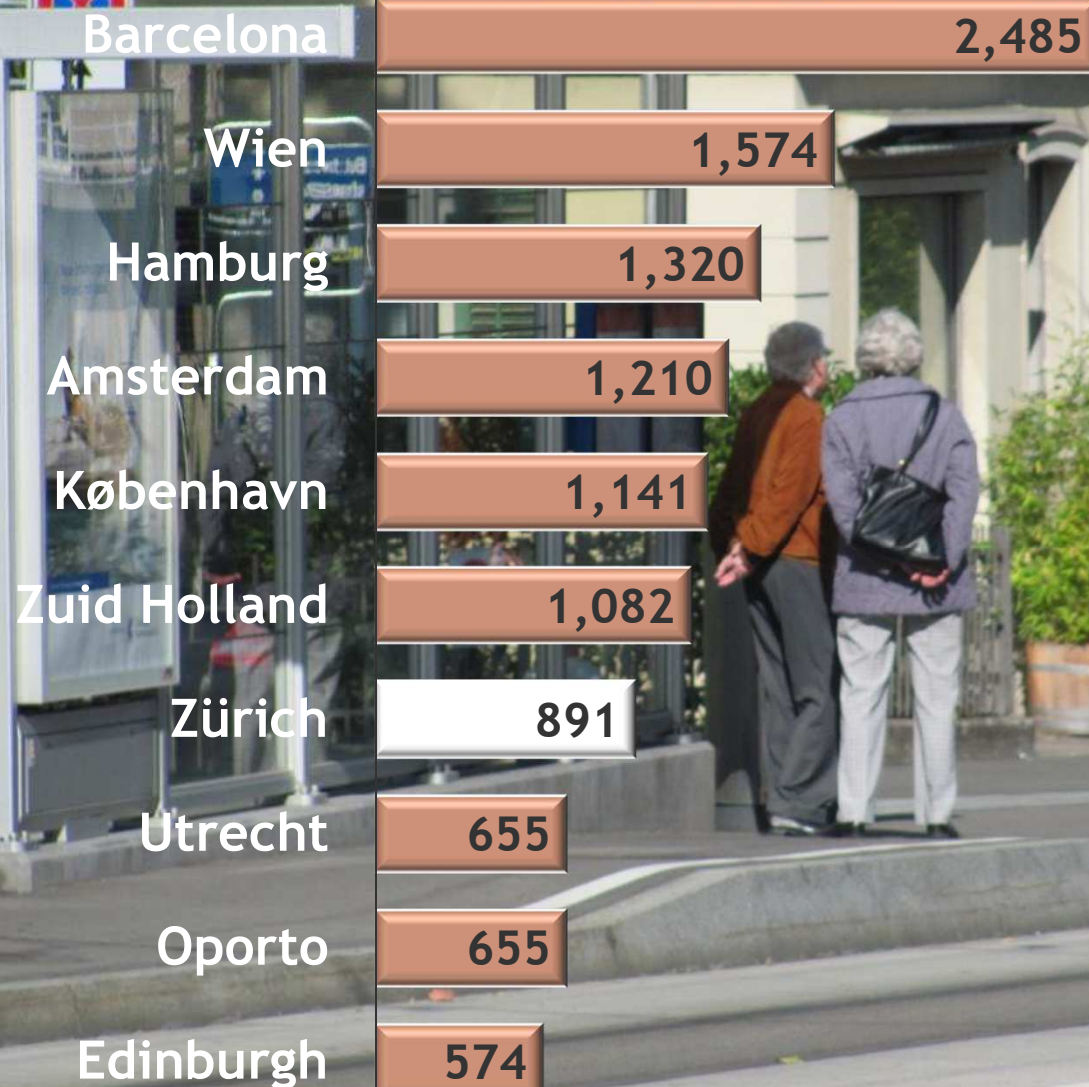
Gleichgewicht und Ungleichgewicht von Knotenpunkt- und Ortsfunktion: Der Zwischenlage-Index kann dabei helfen, Stress zu identifizieren, der entweder von der Aktivitätsdichte oder der Verkehrsfunktion von Netzelementen ausgeht (oder von beiden zugleich).

betweenness centrality:
what does and what doesn't this index tell us?
Zentralität der Zwischenlage: was lernen wir
von diesem index – und was nicht?

Betweenness scores are not necessarily proportional to usage levels, but correlations with usage can point to under- or over-utilised potential for public transport movement.

Zwischenlage-Ergebnisse verhalten sich nicht notwendigerweise proportional zum tatsächlichen Fahrgastaufkommen, aber in Korrelation mit Nutzungsdaten können sie dabei helfen, über- oder untergenutzte Potenziale für ÖV-Wege zu lokalisieren.

Comparison of global betweenness Vergleich globaler Zentralität der Zwischenlage

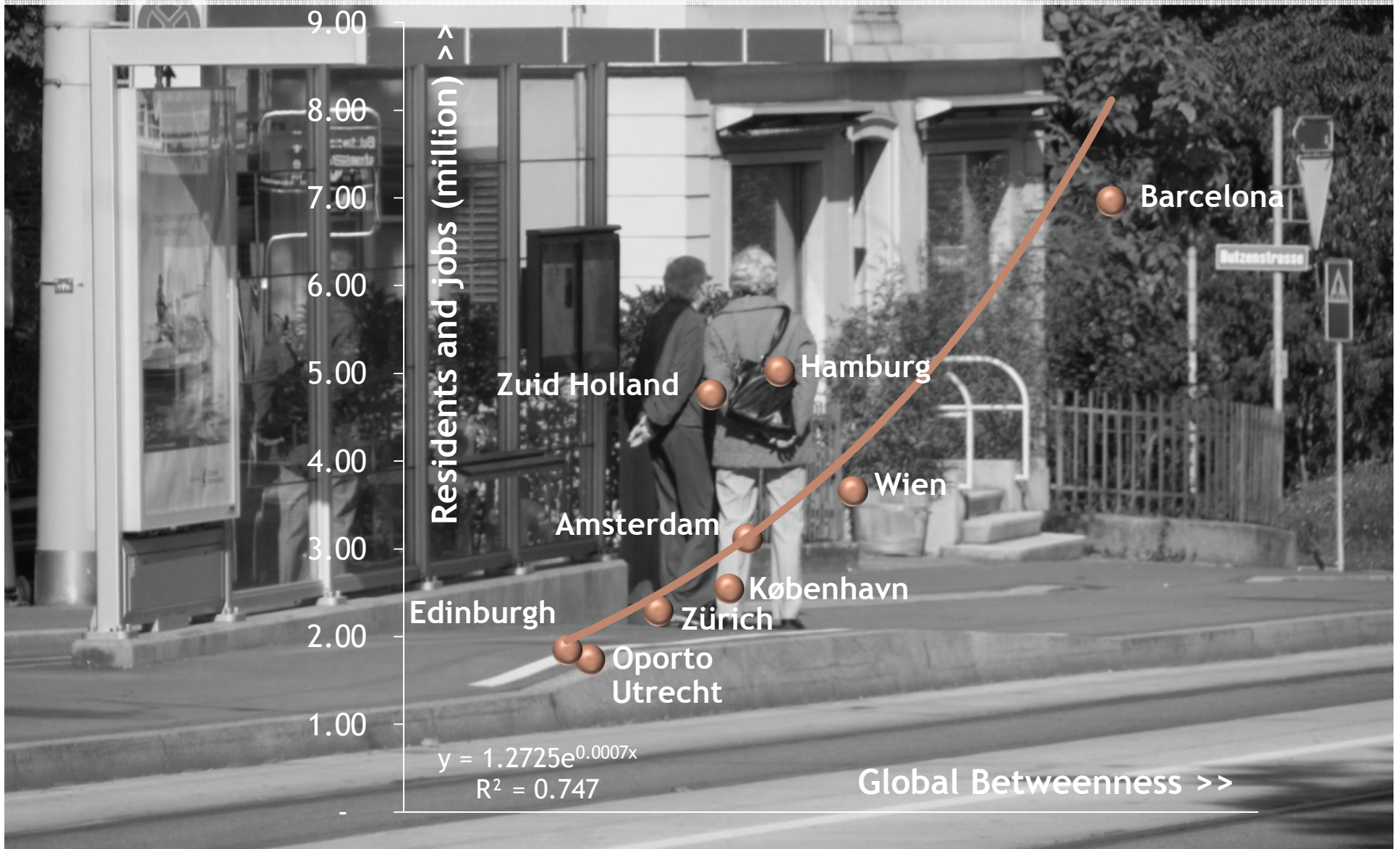


sure! the larger this city, the higher
the global betweenness score...

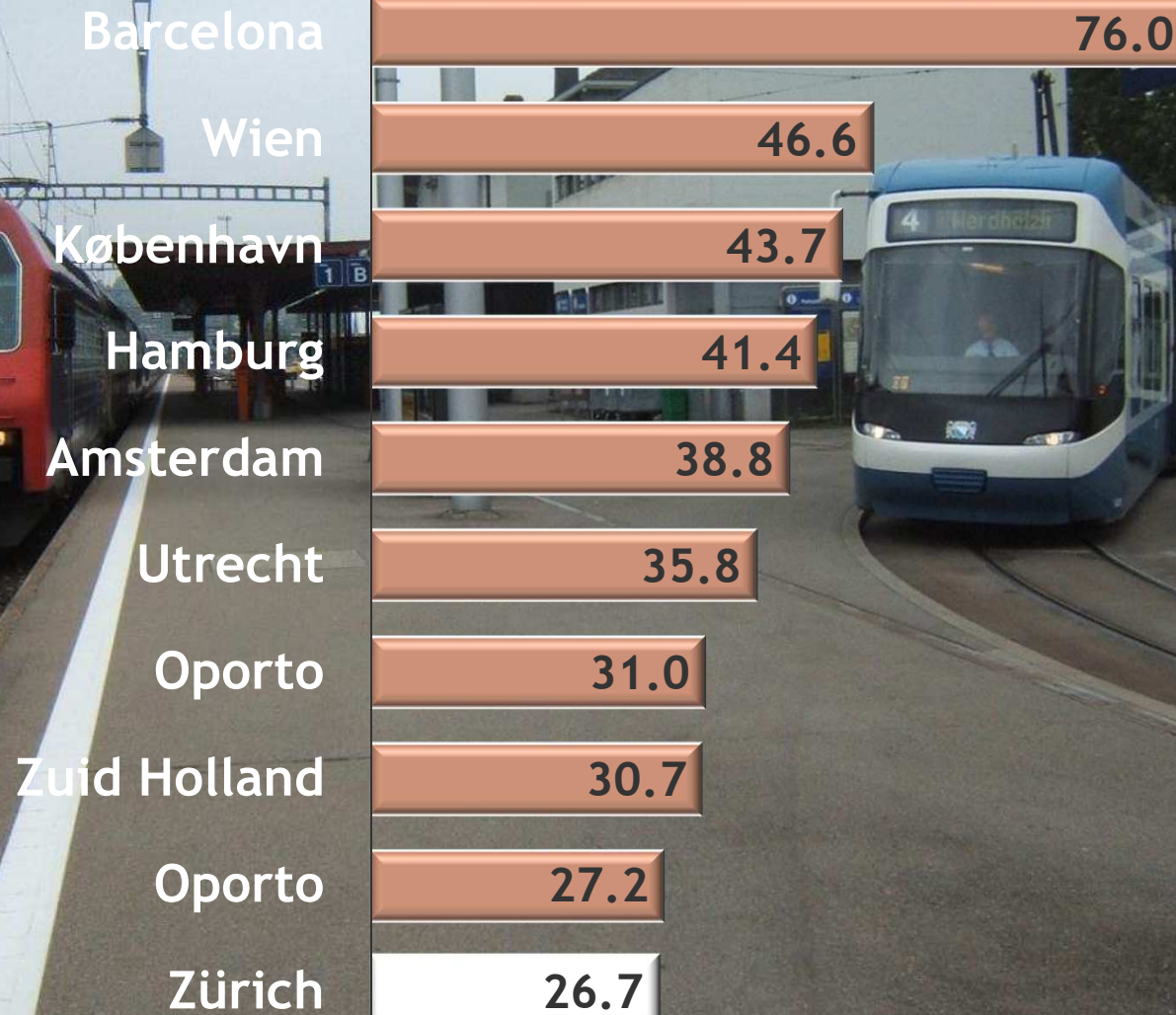
Klar doch! je größer die Stadt, desto
höher der globale Zwischenlage-Wert...

global betweenness and metro activities

globale zwischenlage und regionale einwohner-/beschäftigtenzahl



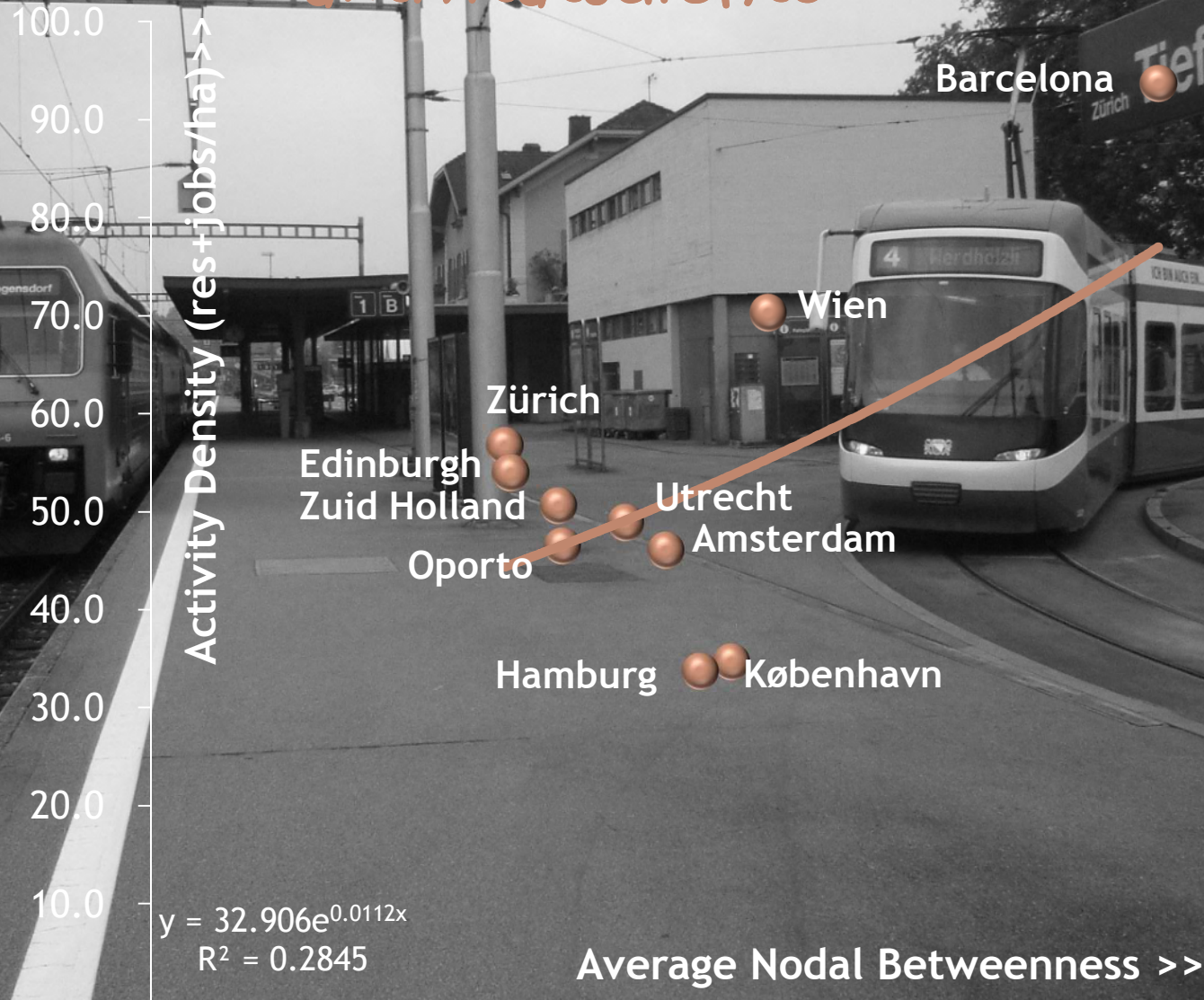
Comparison of average nodal betweenness vergleich durchschnittlicher Zentralität der Zwischenlage an Knotenpunkten



this measure certainly has something
to do with overall urban density?

dieser wert hat doch sicher etwas
mit der besiedlungsdichte zu tun?

average nodal betweenness and activity density durchschnittliche lokale zwischenlage und aktivitätsdichte



nodal betweenness

lokale Zwischenlage

Nodal betweenness is a qualitative index: bigger is not necessarily better. More importantly, it is concerning if:

- betweenness values spike strongly in a small number of 'super nodes' (possible link to congestion), or if
- a group of nodes with good nodal betweenness values coexists with a majority of nodes with poor values (divided city syndrome).

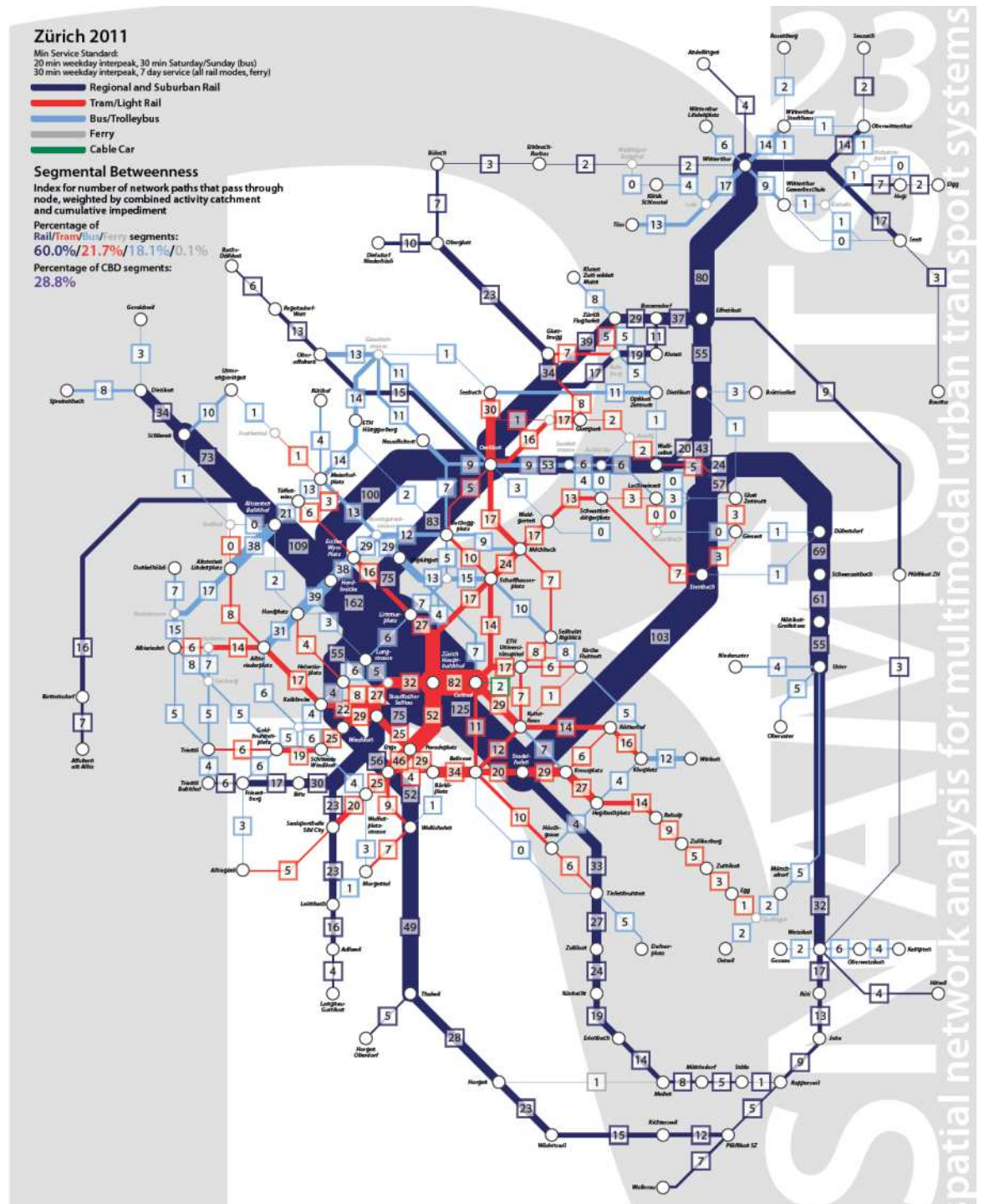
Zürich has a pronounced 'super node' (Hauptbahnhof at 345) but otherwise a smooth decay curve of nodal betweenness values from city centre to sub-centres and the periphery.

Die lokale Zwischenlage ist ein qualitativer Index: höhere Werte bedeuten nicht notwendigerweise bessere Erreichbarkeit. Eher ist es besorgniserregend, wenn:

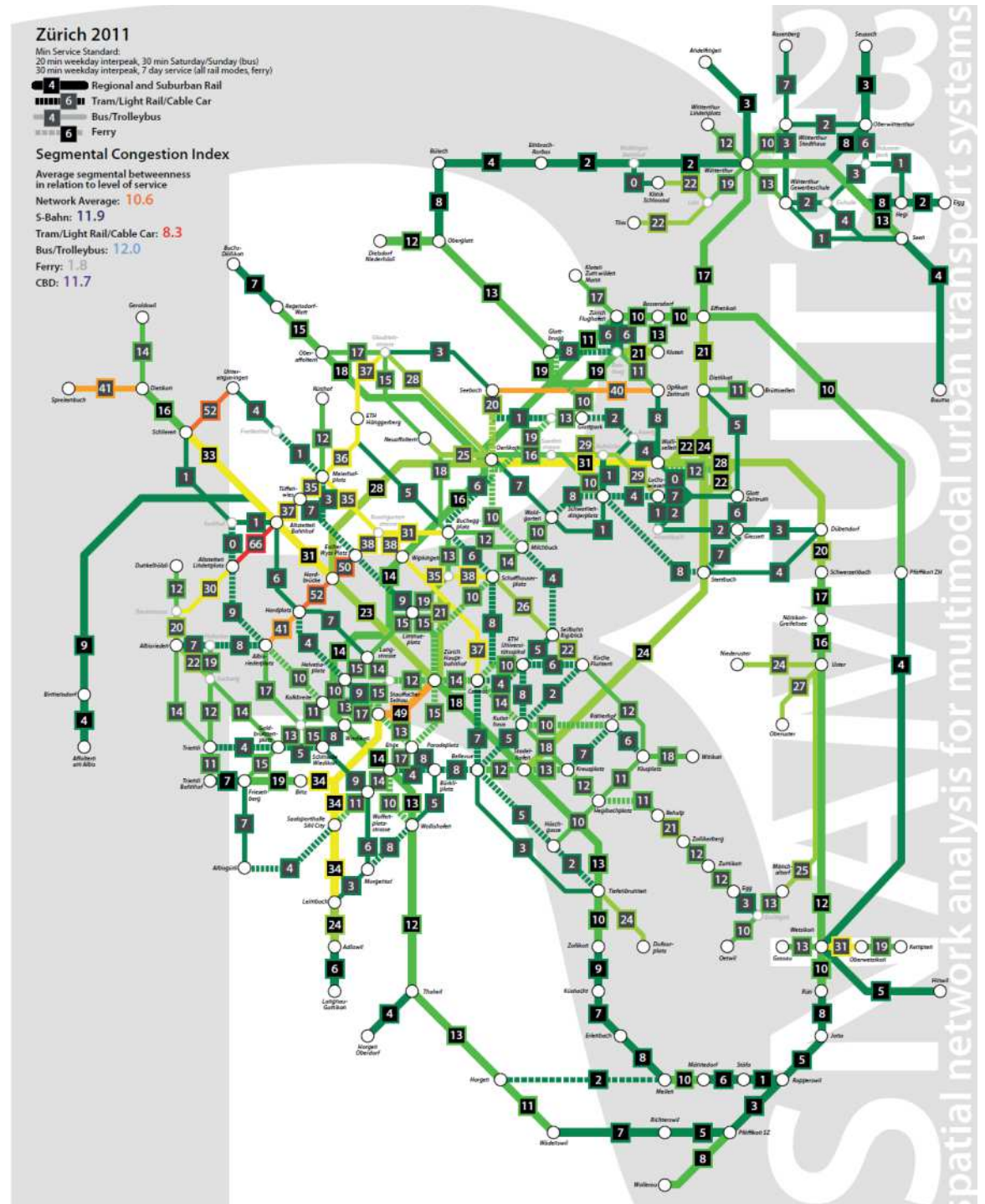
- extrem hohe Werte in wenigen 'Super-Knoten' auftreten (ein mögliches Anzeichen für Überlastung)
- eine Gruppe von Knotenpunkten mit hohen Werten mit einer Mehrheit von Knotenpunkten mit niedrigen Werten kontrastiert (Syndrom der 'geteilten Stadt').

Zürich hat einen ausgeprägten 'Super-Knoten' (Hauptbahnhof mit 345), jedoch ansonsten eine relativ sanfte Kurve der Werteverfalls vom Stadtzentrum zu Subzentren und der Periferie.

segmental betweenness zwischenlage nach segmenten

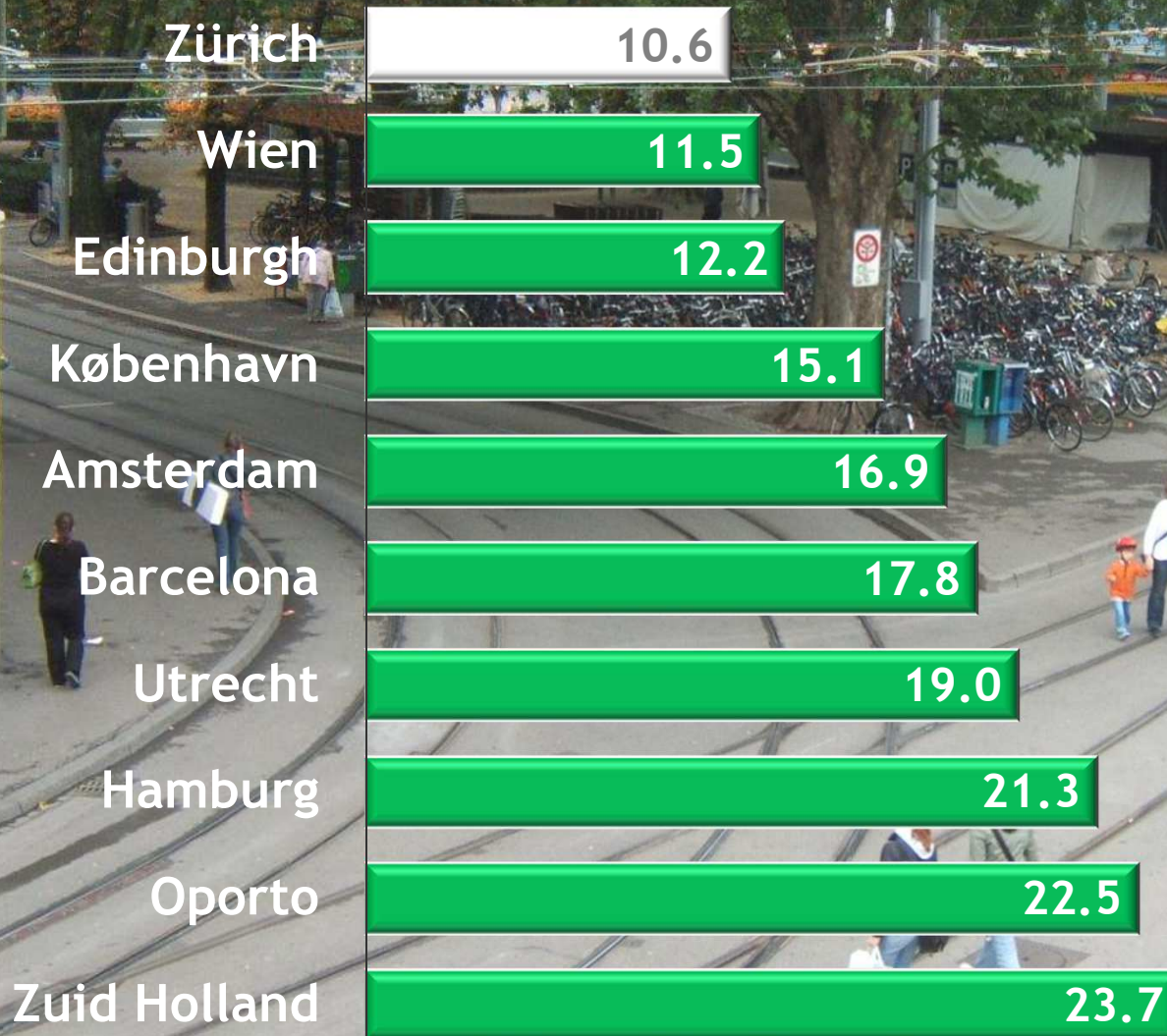


network resilience netzbelast- barkeit



[lower values indicate greater
network resilience]
[niedrigere Werte stehen für
größere Netzbelastbarkeit]

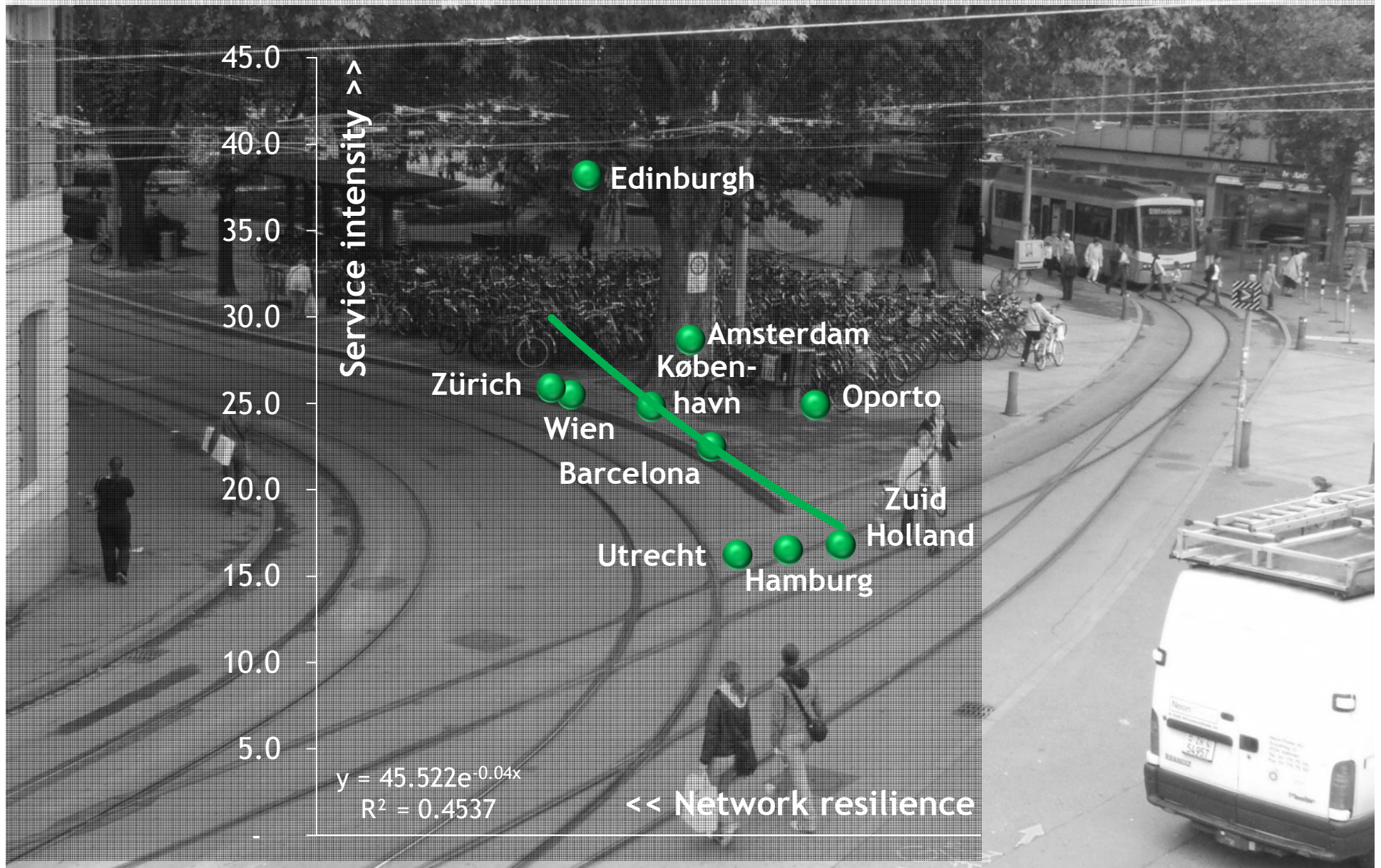
Comparison of average network resilience Vergleich durchschnittlicher netzbelastbarkeit



i got it! the lower the service intensity, the higher the level of network stress – right?

ich verstehe! je niedriger die bedienungsintensität, um so höher die netzbelastung – stimmt's?

network resilience and service intensity netzbelastbarkeit und bedienungsintensität



network resilience:

what does and what doesn't this index tell us?

netzbelastbarkeit: was lernen wir
von diesem index – und was nicht?

A 'troubleshooting' tool to pinpoint mismatches in public transport supply and (potential) demand (ie. demand as derived from urban form and network configuration)

Includes a feedback loop, as isolated measures to improve service levels to relieve stress (ie. frequency upgrades) will also add to network stress through greater ease of movement.

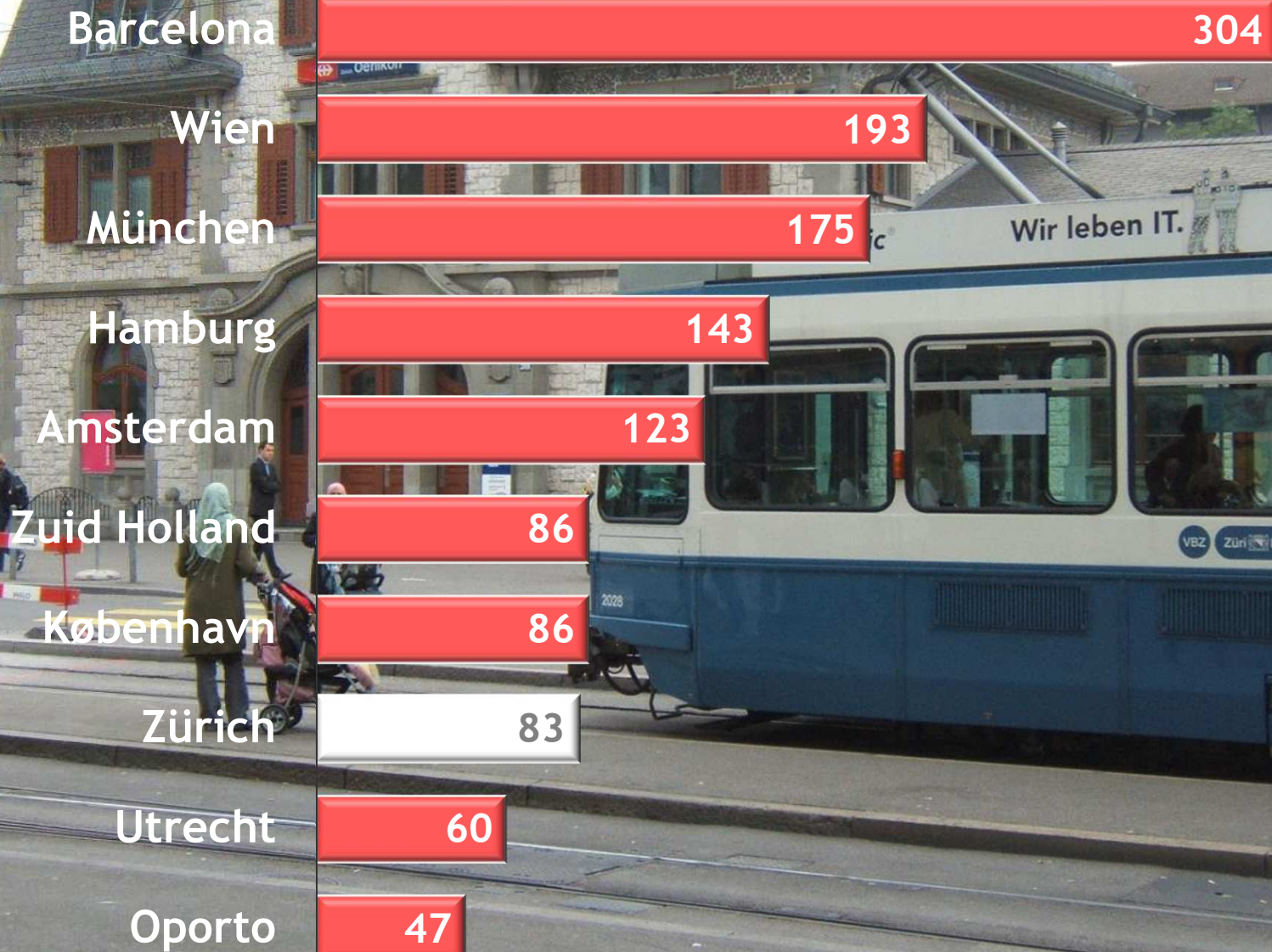
Responds most vigorously to more comprehensive solutions, such as network reconfigurations and mode upgrades.

Ein 'troubleshooting'-Instrument zur Hervorhebung von Ungleichgewichten zwischen ÖV-Angebot und (potenzieller) Nachfrage (dh. Nachfrage abgeleitet von der Stadtstruktur und der Konfiguration des Netzes)

Enthält eine Rückkopplungsschleife: Isolierte Maßnahmen zur Stressreduktion (zB. Taktverdichtungen) senken auch die Belastbarkeit durch eine Vermehrung der Reisegelegenheiten.

Dieser Index ist am effektivsten durch umfassende Lösungen zu beeinflussen, wie Netzumgestaltungen und Linienumstellungen auf leistungsfähigere Verkehrsmittel.

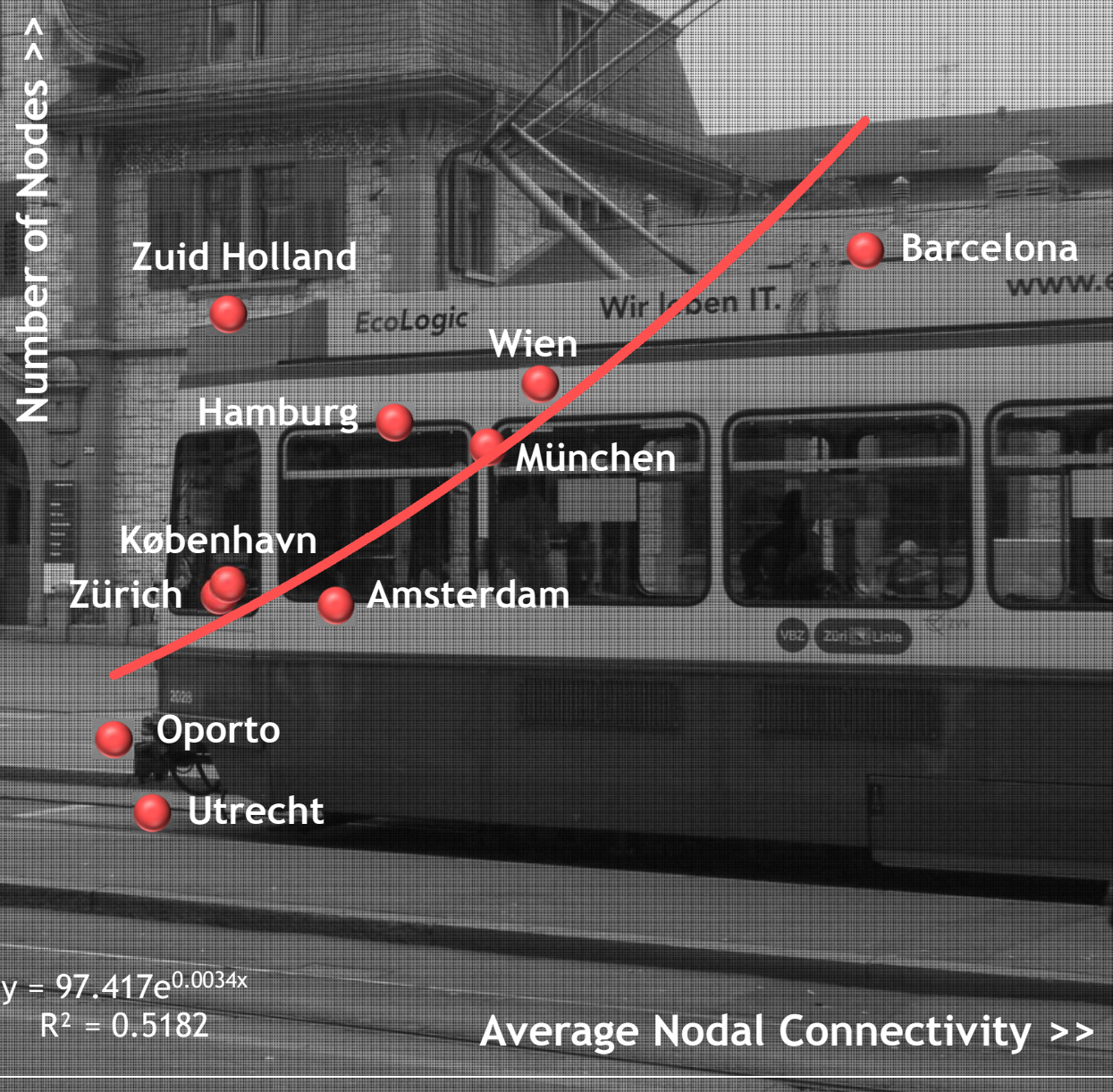
Comparison of nodal connectivity Vergleich der Netzverknüpfung



so do average results on this index
automatically go up with growing
network size?

steigen denn die durchschnittlichen
werte bei diesem index automatisch
mit der gröÙe des netzes?

nodal connectivity and network size netzverknüpftheit und netzgröße



why does vienna
outperform zurich
on this index?



warum schneidet wien
bei diesem index
besser ab als zürich?

bigger network,
larger crowds!



größeres netz,
höhere fahrgastzahlen!



6 key snamuts indicators

**Closeness
Centrality**
Zentralität der Nähe
'Ease of Movement'
'Raumwiderstand'

Degree Centrality
Zentralität
des Grades
'TransferIntensität'
'Umsteigeintensität'

**30-minute
Contour Catchment**
Einzugsbereich
der 30-Min-
Reisezeitkontur

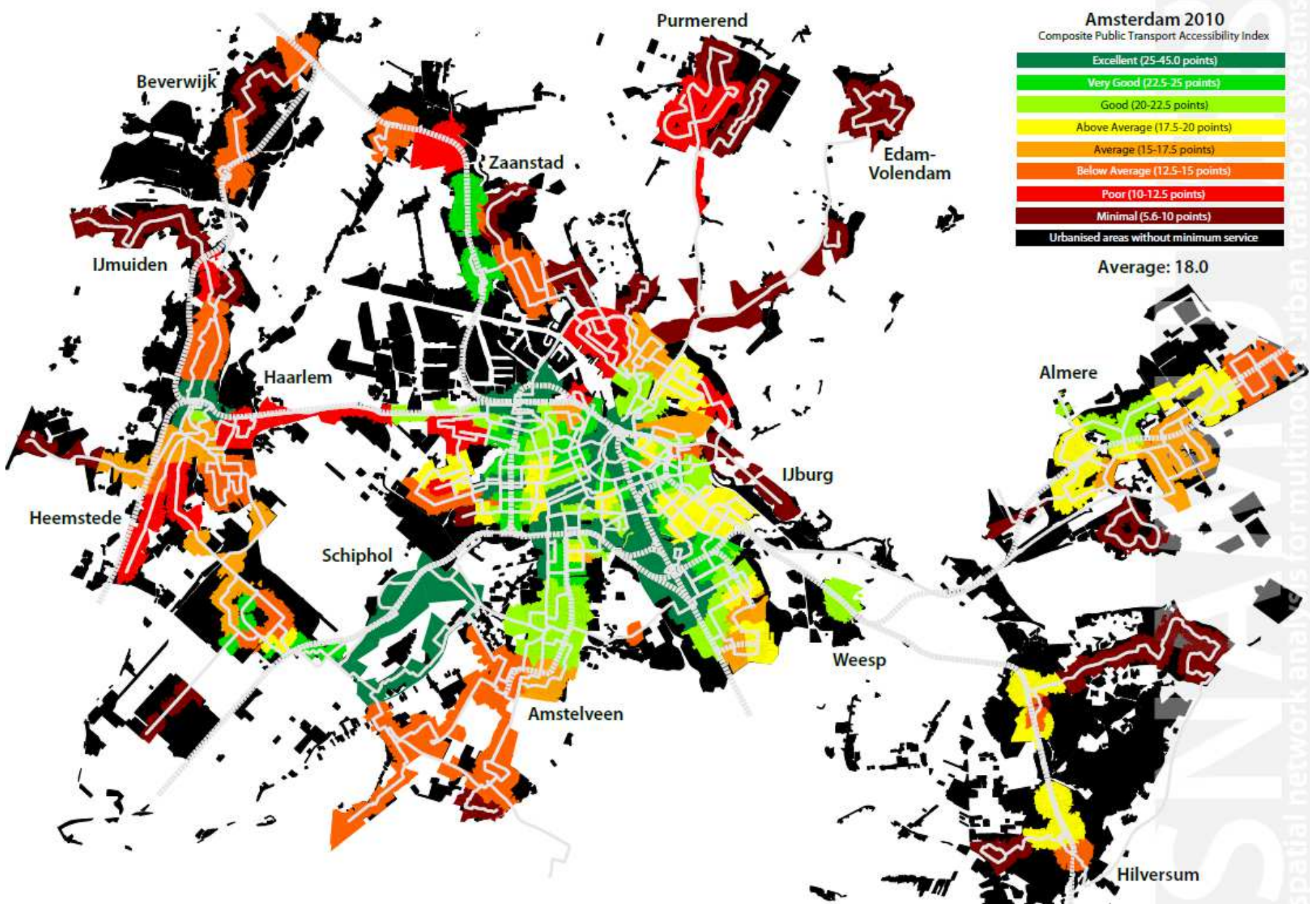
**Betweenness
Centrality**
Zentralität der
Zwischenlage
'Geographical Distribution of
Travel Opportunities'
'Geografische Verteilung
von Reisegelegen-
heiten'

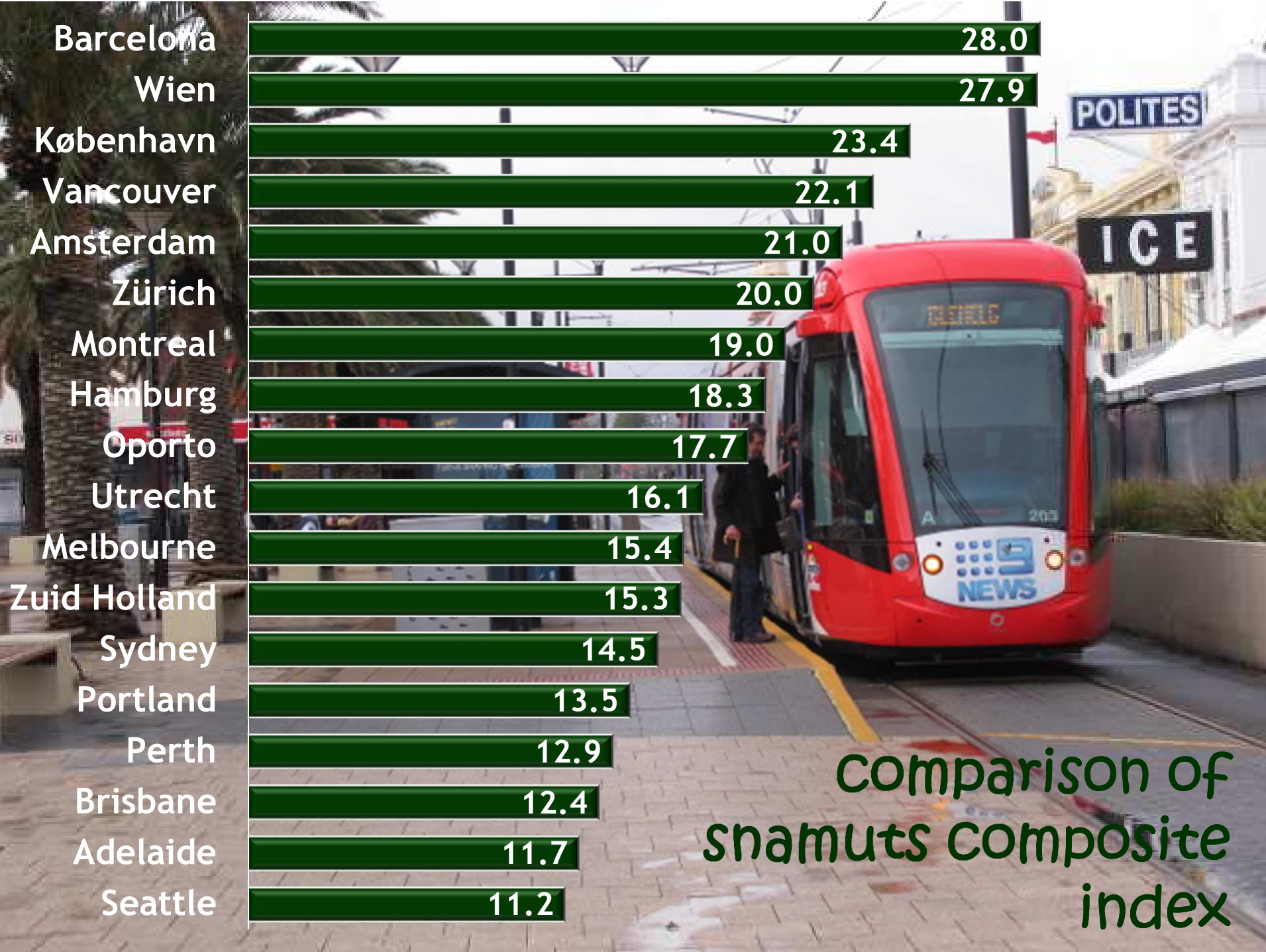
**Network
Resilience**
Netzbelastbarkeit
'Identifying Squeeze Points
and Underused Potential'
'Identifizierung von
Problembereichen
und untergenutzten
Potenzialen'

**Nodal
Connectivity**
Netzverknüpftheit
'Attractiveness for PT-oriented
Land Use Intensification'
'Attraktivität für ÖV-
orientierte Stadtent-
wicklung'

Composite Index: combines all 6 measures by allocating between 0 and 10 points to each (maximum 60)

snamuts composite index





Comparison of shamuts composite index

summary: what are we learning here?

Zusammenfassung: was gibt's hier zu lernen?

There seems to be a **frugal approach** and a **generous approach** to providing operational resources for public transport in European cities. The frugal approach generally maximises savings from **network efficiencies** with some (but not excessive) cost to ease of movement and connectivity. It also generally results in lower network resilience.

The generous approach is based on **maintaining a coexistence between rapid and surface modes** on the same corridors for different transport tasks. By creating more travel options, it tends to improve connectivity and network resilience.

Offensichtlich gibt es einen **sparsamen** und einen **großzügigen Ansatz** der Bereitstellung von ÖV-Angeboten in europäischen Städten. Der sparsame Ansatz maximiert betriebliche Einsparungen durch **Netzeffizienz**, (in moderatem Maße) auf Kosten von Erreichbarkeit und Netzverknüpftheit. Er ist generell auch mit einer niedrigeren Netzbelastbarkeit assoziiert.

Der großzügige Ansatz hält eine **Koexistenz von schnelleren und langsameren Verkehrsmitteln** auf denselben Korridoren aufrecht. Durch das Bereitstellen von mehr Reiseoptionen verbessert er die Verknüpftheit und die Belastbarkeit des Netzes.

summary: what are we learning here?

Zusammenfassung: was gibt's hier zu lernen?

Zurich follows the generous approach, linked to the city's **historic resistance to metro construction** that would have reduced the tram network, and to the **political willingness to cover a large proportion of the dispersed settlement area of the canton with quality public transport services.**

Zürich folgt dem großzügigen Ansatz, verbunden mit der **historischen Absage an den U-Bahn-Bau** und der damit verhinderten Ausdünnung des Tramnetzes, sowie dem **politischen Willen, einen erheblichen Teil der dezentralen Siedlungsgebiete des Kantons durch ÖV-Angebote hoher Qualität zu erschließen.**

summary: what are we learning here?

Zusammenfassung: was gibt's hier zu lernen?

High service frequencies on the rapid rail trunk network are vital; the best-performing systems provide at least all-day 5-minute services on inner urban metro lines and 10-minute services across the suburban rail network.

The presence of orbital routes (rapid rail, tram or bus) can and does result in a better geographical spread of the flow of travel opportunities if these routes are operated at the same frequency as the radial ones, and are operated at sufficient speeds to provide travel time advantages for cross-suburban journeys over a transfer trip via the city centre.

Hohe Taktfrequenzen auf dem Schnellbahn-Kernnetz haben einen erheblichen Einfluss auf die Erreichbarkeit. Die besten Systeme bieten mindestens einen ganztägigen 5-Minuten-Takt auf innerstädtischen Strecken und einen 10-Minuten-Takt auf den Vorortstrecken an.

Die Präsenz von Tangentiallinien (Schnellbahn, Tram oder Bus) kann zu einer ausgeglicheneren geografischen Verteilung von Reisegelegenheiten führen. Dies geschieht auch, wenn diese Linien mit derselben Taktfrequenz wie die Radialen bedient werden und eine ausreichend hohe Reisegeschwindigkeit aufweisen, um für tangentiale Fahrten einen Reisezeitvorteil gegenüber einem Umsteigeweg durch die Innenstadt zu erzeugen.

summary: what are we learning here?

Zusammenfassung: was gibt's hier zu lernen?

In Zurich, many tram and bus routes operate at high frequencies, but on the S-Bahn and heavy rail network, 15-min and 30-min intervals prevail. This leads to a **greater level of spatial separation** throughout the canton than what is common in more contiguously urbanised European city regions.

The surface network in the City of Zurich and in some cases beyond forms a **multi-directional grid with beneficial effects to connectivity and network resilience**. At the regional scale, the network is more hierarchical though the rail system still offers travel choices unheard of in other cities of similar size.

In Zürich werden die meisten Tram- und Buslinien mit hoher Taktfrequenz bedient. Auf den S-Bahn und Regionalbahnlinien sind jedoch 15- und 30-Minuten-Takte vorherrschend, was im Kanton zu einem **größeren Ausmaß räumlicher Trennung** als in mehr zusammenhängend besiedelten europäischen Stadtregionen führt.

Das Oberflächennetz in der Stadt Zürich, und in einigen Fällen darüber hinaus, bildet ein **multidirektionales Raster mit positiver Wirkung auf Netzverknüpftheit und -belastbarkeit**. Auf regionaler Ebene ist das Netz hierarchischer gestaltet, bietet aber trotzdem noch Wahlmöglichkeiten zwischen Reisewegen an, die in anderen Städten vergleichbarer Größe nur selten existieren.

thanks a lot!
Vielen dank!



urbanet.curtin.edu.au
jan.scheurer@rmit.edu.au